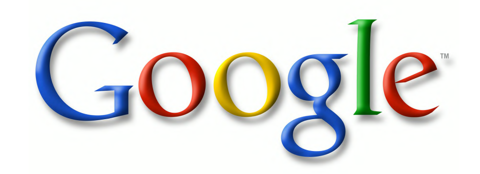




REINISCH

PETROGRAPHISCHES PRAKTIKUM I



PETROGRAPHISCHES PRAKTIKUM

VON

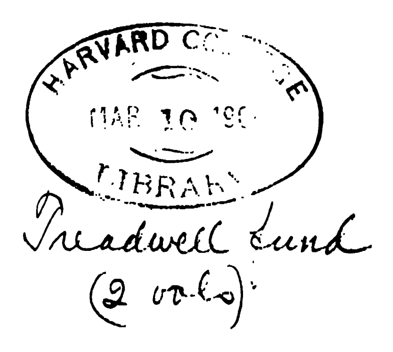
DR. REINHOLD REINISCH

ERSTER TEIL:

GESTEINBILDENDE MINERALIEN

MIT 82 TEXTFIGUREN

BERLIN
VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER
SW 46 SCHÖNEBERGERSTR. 17 a
1901



Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. S.

VORWORT.

Vorliegendes „Praktikum“, dessen 2. Teil die Gesteine behandeln soll, ist für Anfänger bestimmt sowie für solche, die nicht mit der Absicht umgehen, den ganzen umfangreichen Apparat petrographischer Arbeitsmethoden kennen zu lernen, sondern nur einen Überblick über die Art und Weise der mikroskopischen Gesteinsuntersuchung erlangen möchten; endlich für die, welche fern von einer Hochschule auf sich selbst angewiesen solche Studien treiben wollen. Für sie alle sind die beiden grofsen petrographischen Werke: Zirkel, Lehrb. d. Petrographie, 3 Bde., Leipzig 1893—94 und Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, 2 Bde., Stuttgart 1892—96 zu weitgehend und für den Neuling in der Fülle des Gebotenen verwirrend. Der Vorgeschrittenere aber wird nach wie vor unbedingt auf sie zurückkommen müssen. Dafs beide Werke bei der Abfassung vorliegender Schrift viel zu Rate gezogen worden sind, bedarf wohl weder der Erwähnung noch einer Entschuldigung. — Vorausgesetzt beim Gebrauche dieser Anleitung sind einige Kenntnisse in der Mineralogie, besonders der Mineraloptik, sowie einige Übung in chemisch-qualitativen Arbeiten. Für die einzelnen Erscheinungen sind, wo es immer anging, bekanntere Gesteine namhaft gemacht, die sich wohl in jeder Universitätssammlung vorfinden oder sich leicht aus einer Handlung beschaffen lassen. Betreffs der Auswahl der Mineralien und Methoden sowie der Anordnung der Mineralien, wie auch des Versuchs, die wichtigsten Untersuchungsmethoden je an ein bestimmtes, dazu geeignetes Mineral anzuschliefsen, kann man verschiedener Meinung sein. Wenn auch dadurch z. B. die mikrochemischen Bestimmungen

nicht im Zusammenhange behandelt werden, sondern an verschiedene Stellen auseinandergezogen erscheinen, so läfst sich doch im Bedarfsfalle aus dem Register die gewünschte Reaktion leicht herausfinden.

So möge denn das Büchlein trotz mancherlei Mängel, deren Aufdeckung mit grofsem Dank entgegengenommen werden wird, hinausgehen und unserer schönen petrographischen Wissenschaft neue Freunde werben.

Leipzig, im Oktober 1901.

R. Reinisch.

DÜNNSCHLIFFE.

Zu allermeist gelangen die Gesteine in Form von Dünnschliffen zur mikroskopischen Untersuchung; diese lassen sich folgenderweise herstellen:

Man verschafft sich von dem betreffenden Gestein ein flaches Stück etwa von Markstückgröfse, indem man es mit dem Hammer absprengt oder mittels einer Steinschneidemaschine abtrennt. Dies Gesteinsfragment mufs frei von Sprüngen sein, weil andernfalls der Schliff auseinandergeht. Auch wähle man möglichst frisches Material, wenn nicht gerade das Studium von bestimmten Zersetzungserscheinungen beabsichtigt ist. — Dieses Gesteinsscherbchen wird nun auf einer ebenen Gufseisenplatte (Ofenplatte) von 35—40 cm Seitenlänge mittels grobem Smirgel oder besser Carborund und Wasser durch kräftig ausholende rotierende Bewegung soweit auf einer Seite angeschliffen, dafs eine ebene Fläche entsteht, die sich thunlichst allseitig bis an den Rand erstreckt. Dann wird die so erzielte Anschlifffläche nach gutem Abwaschen des Stückes auf einer durchaus ebenen Glastafel (am besten starkes Spiegelglas) mit ganz feinem sog. Schlamm- oder Mehlsmirgel und Wasser weiter behandelt, bis die letzte Spur aller der Unebenheiten (Rauhigkeit) verschwunden ist, welche das Schleifen auf der Eisenplatte hinterlassen hat.

Es folgt nun das Aufkitten des gut gereinigten und getrockneten Stückes auf das sog. Schleifglas (etwa 48 mm lang, 28 mm breit und 2—2,5 mm dick) mittels Canadabalsams. Zweckmäfsig vollzieht man diese Operation gleich an mehreren Schleifstücken, indem man die nötige Balsammenge — ein grofser Tropfen für jeden Schliff — in einem Weifsblechlöffel unter Umrühren mit einem Glasstabe so lange kocht, bis unter dickem Rauche gröfsere Blasen zahlreich vom Boden des Löffels aufsteigen. Ein Anbrennen des Harzes ist wegen der damit verbundenen Verunreinigung desselben durch Rufs zu verhüten; auch darf der Balsam nicht bis

zum Braunwerden kochen. Jedes der vorher geputzten Schleifgläser wird nun mit einem genügenden Tropfen gekochten Balsams versehen, das erste dann soweit erwärmt, daſs der Tropfen auf ihm wieder dünnflüssig wird und breitgestrichen werden kann, aber nicht ins Kochen gerät, und dann das gleichfalls erwärmte Schleifstück mit der glatten Fläche daraufgedrückt. Durch wiederholtes Erwärmen und Andrücken entfernt man alle Luftblasen zwischen Glas und Gestein, die sonst Veranlassung zur Entstehung von Löchern im Präparate geben würden. Nach dem völligen Erkalten soll der Balsam keine Eindrücke oder Sprünge vom Fingernagel annehmen, im ersteren Falle war er zu wenig, im letzteren zu viel gekocht. — Nun schleift man wieder auf der Eisenplatte, solange es ohne Gefahr des Zerreiſsens für den Schliff geschehen kann, und hat besonders darauf zu achten, den Schliff überall gleichmäſsig niederzutreiben. Öfter sehe man auch auf der Glasseite nach, ob sich nicht etwa das Schleifstück stellenweise von seiner Unterlage losgedrückt hat; man erkennt dies an dem Auftreten Newtonscher Farbenringe. Dann ist das Schleifen sofort zu unterbrechen, Glas- und Gesteinssplitter abzuspülen, zu trocknen und über der Flamme anzuwärmen, bis jene Ringe verschwinden. Erst nach dem Erkalten wird das Schleifen fortgesetzt, zuletzt wieder auf der Glasplatte, bis man mittelgroſse Druckschrift durch den Schliff hindurch lesen kann, oder besser, bis im Mikroskope unter gekreuzten Nicols der Quarz hellstrohgelb (nicht mehr rot und blau), der Feldspat grau geworden ist.

Von den im Wasser gut abgespülten Präparaten wird nun der überschüssige Balsam ringsherum sorgfältig mit einem Messer abgekratzt und eine Anzahl Objektträger 26 × 48 mm (Gieſsener oder Vereinsformat) geputzt zur Aufnahme der Schliffe bereitgelegt. Auch das nun folgende Übertragen nimmt man zweckmäſsig an mehreren Stücken zusammen vor. Auf jeden Objektträger bringt man einen mäſsigen Tropfen gekochten Canadabalsams, desgleichen einen kleineren auf jeden Schliff, erwärmt dann das erste Objektglas und breitet den Tropfen aus, verfährt ebenso mit dem ersten Schleifglase und schiebt mittels eines Hölzchens den beweglich gewordenen Dünnschliff vom Schleifglase auf den Objektträger hinüber. Bei dem nun folgenden Anwärmen (nicht Kochen!) sinkt der Schliff im Balsam ein und wird mit einem sauberen etwas erwärmten Deckgläschen (21 × 26 mm) bedeckt, welches man in der Mitte leicht andrückt. Ebenso verfährt man mit den übrigen Schliffen. —

Um die Luftblasen zu entfernen, erwärmt man das erste Präparat bis etwas über die Hälfte des Deckglases und streicht mit einem flachen, vorn etwa 15 mm breiten Holze den überschüssigen Balsam samt den Luftblasen heraus; desgl. bei den folgenden Präparaten. Dann kehrt man zum ersten zurück, behandelt die andere Hälfte in gleicher Weise und fährt mit diesem Wechseln fort, bis alle Luftblasen verschwunden sind. Von dem völlig erkalteten Präparate kratzt man mit einem Messer den über den Deckglasrand hervorgequollenen Balsam ab (stets vom Deckglase herunter, nicht gegen dasselbe!), entfernt den letzten Rest des Balsams durch ein in Alkohol getauchtes Schwämmchen und spült rasch mit Wasser nach. Mit dem Etikettieren ist die Präparation beendet.

Wenn auch seit langem Dünnschliffe fabrikmäſsig hergestellt werden und wenn auch die Selbstanfertigung ein gut Teil Geschicklichkeit, Übung und Zeitaufwand beansprucht, so ist doch dringend anzuraten, sich selbst so viel nur möglich dieser Mühe zu unterziehen, wenn man sich nicht eine ganze Reihe willkommener Beobachtungen über Härte, Pelluciditāt, Pleochroismus, der in dickeren Präparaten mitunter sehr deutlich, im fertigen Präparate aber kaum oder nicht wahrnehmbar ist, u. a. m. entgehen lassen will.

Abweichende Präparationsmethoden sind bei den betreffenden Gesteinen (II. Teil) erwähnt.

DAS MIKROSKOP.

Es ist keineswegs eine Beschreibung des Mikroskopes und seiner Linsenwirkung beabsichtigt; es soll nur auf diejenigen Punkte aufmerksam gemacht werden, in welchen sich das zu mineralogisch-petrographischen Untersuchungen gebrauchte Instrument von den bei botanischen und zoologischen Arbeiten gewöhnlich benützten unterscheidet. Allen gemeinsam ist der Fuſs (Fig. 1, *F*), die Säule, die Triebschraube (*Tr*) zur raschen, Mikrometerschraube (*M*) zur langsamen Bewegung des Tubus (*Tu*) und zu Dickenmessungen, Okular (*Oc*), Objektiv (*Ob*) und Spiegel (*Sp*). Die mineralogischen Stative besitzen einen drehbaren, mit Gradeinteilung versehenen Objekttisch (*Ti*), 2 Zentrierschrauben (*C*), die entweder am Tische oder am unteren Tubusende angebracht sind, 2 Nicolsche Prismen (kurz „Nicols" genannt), das eine, der Polarisator (*P*), unter dem

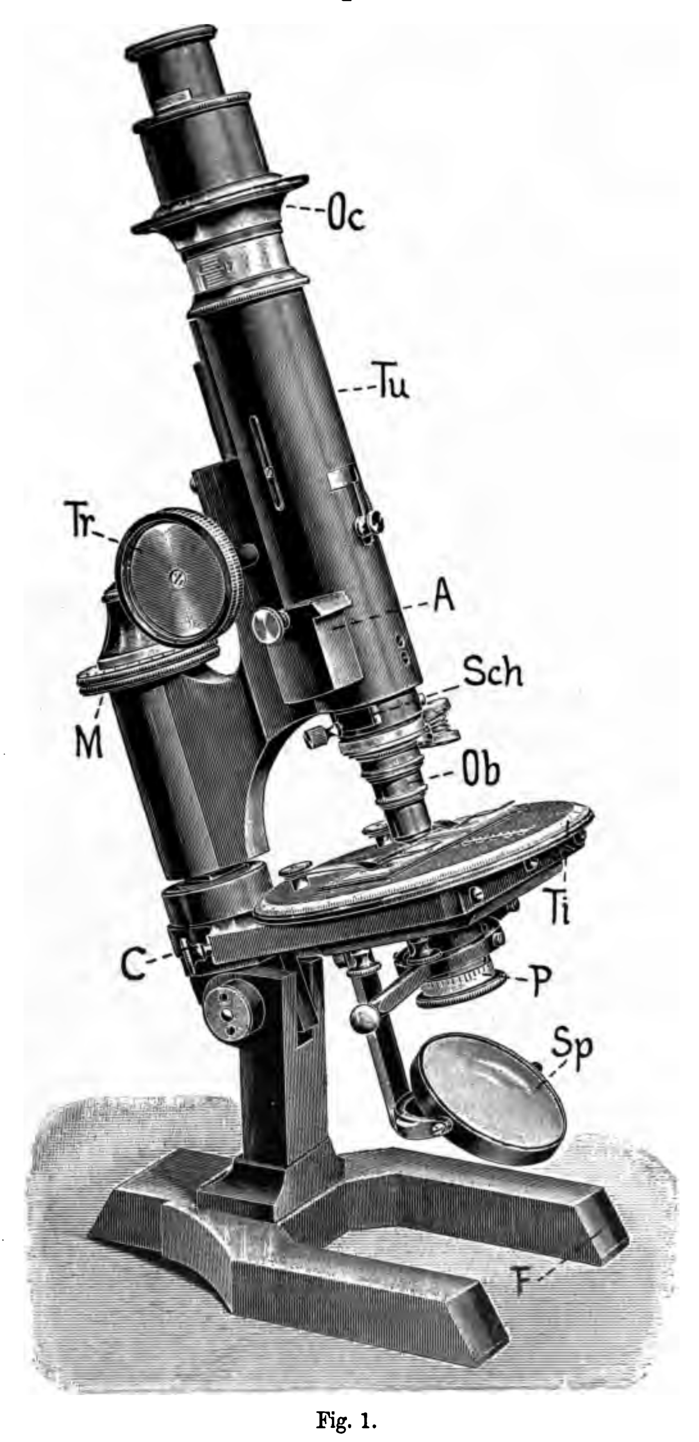


Fig. 1.

Tische, das andere, der Analysator (A), über demselben befindlich und entweder hutförmig zum Aufstülpen auf das Okular oder (wie in der Figur) zu seitlichem Einschieben in den Tubus eingerichtet. Letztere Konstruktion gestattet bequemere Handhabung und verkleinert das Gesichtsfeld nicht, was namentlich bei der Herstellung von Mikrophotographien ins Gewicht fällt. — Aufserdem ist das Okular mit Fadenkreuz versehen, welches die Lage der Nicolhauptschnitte markiert und zu Winkelmessungen dient. Mannigfache Nebenapparate sollen dort erwähnt werden, wo sie ihre erste Anwendung finden.

Derartige Mikroskope liefern in verschiedenen Modellen die optischen Werkstätten von W. u. H. Seibert in Wetzlar, R. Fuess in Steglitz bei Berlin, Voigt u. Hochgesang in Göttingen, C. Zeiss in Jena u. a.

OPAKE UND SCHWERDURCHSICHTIGE MINERALIEN.

1. MAGNETEISEN (MAGNETIT).

Form: Hauptsächlich O (111), wie es z. B. die grofsen, im Chloritschiefer des Greiner eingewachsenen Kristalle zeigen. Im Dünnschliffe erscheinen nur die kleinsten Kriställchen als Körper, die gröfseren als Schnitte nach verschiedener Richtung, überwiegend als Vierecke, seltener Dreiecke. Zwillinge nach O (111) machen sich durch den einspringenden Winkel bemerkbar, Körner durch ganz unregelmäfsige Konturen (Fig. 2, *a*).

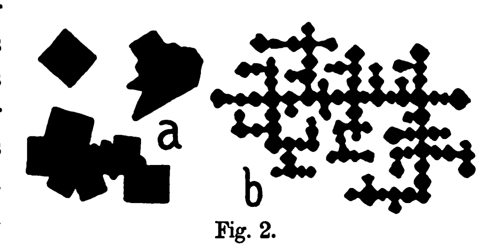


Fig. 2.

Zum mikroskopischen Studium des Magneteisens nehmen wir den Dünnschliff eines Basaltes, schrauben an das Mikroskop ein schwaches Objektiv (II bei dem Seibertschen Instrumente), setzen ein schwaches Okular (1) auf, entfernen den Analysator, sorgen durch geeignete Spiegelstellung für ein helles Gesichtsfeld und bringen das Präparat auf den Objekttisch. Es empfiehlt sich für den Anfang, nun den Tubus soweit hinabzusenken, dafs die Frontlinse des Objektivs das Präparat beinahe berührt, und denselben

dann, während man durch das Okular blickt, langsam aufzuziehen, bis das Bild des Schliffes erscheint. Bei umgekehrter Verschiebung des Tubus von oben nach unten läuft man leicht Gefahr, das Präparat durch Aufstofsen zu beschädigen. Die scharfe Einstellung des Bildes wird mittels der Mikrometerschraube bewerkstelligt. Von Anfang an gewöhne man sich, während des Mikroskopierens beide Augen offen zu halten; die sich hierbei ergebenden Schwierigkeiten sind nach wenigen Minuten überwunden.

Hätten wir z. B. den Plagioklasbasalt von Stolpen gewählt, so würden wir das Gesichtsfeld mit schwarzen Magneteisendurchschnitten übersät erblicken, die absolut undurchsichtig sind. Die durchsichtigen, lichtbräunlichgelben gröfseren und kleineren Durchschnitte gehören dem Augit an, die farblosen, von grünen Serpentinrändern umgebenen und von ebensolchen Adern durchzogenen dem Olivin, die kleinen farblosen Partieen in der Grundmasse dem Plagioklas. Man bemerkt bei der Durchmusterung des Präparates, indem man es langsam über den Objekttisch schiebt, dafs zwar viele Magneteisenpartikel unregelmäfsige Körnerform zeigen, dafs aber eine ganze Anzahl die regelmäfsigen Durchschnitte des Oktaëders einzeln oder in Aggregaten aufweist. Man zeichne eine Serie charakteristischer Schnitte heraus. Weiter bemerkt man, dafs in den Augitkristallen häufig Magneteisen eingeschlossen liegt, bald in unregelmäfsiger Verteilung, häufiger auf die Randzone beschränkt. Auch solche Bilder zeichne man, wie überhaupt das Mikroskopieren mit dem Zeichenstifte in der Hand erfolgen soll. — Das Auftreten des Magneteisens in wohlausgebildeten Kristallen und sein Umschlossensein von anderen Mineralien, während es selbst so gut wie keine Einschlüsse führt, deutet darauf hin, dafs es mit zuerst, vor den übrigen Gesteinsgemengteilen festgeworden ist. Äufserst selten nur enthält es seinerseits Mineralien eingeschlossen und dann solche, die gleich ihm zu den frühesten Ausscheidungen gehören, wie z. B. wasserhelle Apatitnädelchen.

Ganz ähnliche Bilder zeigen auch andere Basalte, deren man noch einige durchsehen möge. Bei sehr rascher Festwerdung in glasreichen Gesteinen und in künstlichen Schlacken bildet das Magneteisen bisweilen Kristallskelette, nach den drei Axen zu oftmals farnwedelähnlichen Gebilden aneinandergereihte Oktaëderchen (Fig. 2, *b*).

M e t a l l g l a n z, eisengrau bis bläulichschwarz, beobachtet man (indem man mit der Hand den Spiegel verdunkelt, um nur auf-

fallendes Licht zu erhalten) im Präparate nur an den gröfseren Individuen einigermafsen, sehr gut aber im ungedeckten Schliffe auf dem Schleifglase.

Chemisches: Fe_3O_4. In HCl leicht löslich, rascher noch bei Zusatz von Jodkalium, wovon man sich überzeugt, indem man ein Stück feingepulverten und gesiebten Basaltes kurze Zeit in der Säure kocht und dann das ursprüngliche und das ausgekochte Pulver unter dem Mikroskope vergleicht, indem man von jedem eine Portion auf einem Objektträger in Wasser einbettet und mit einem Deckgläschen versieht. In dem zweiten Präparate sind die schwarzen Körner, soweit sie der Säure zugänglich (nicht in Augit eingeschlossen) waren, verschwunden. Die salzsaure Lösung giebt die Reaktionen des Eisenoxyduls und -oxyds. Ebenso läfst sich Magneteisen aus einem Dünnschliffe entfernen, von dem man nach Abziehen des Deckglases die obere Balsamschicht mit Alkohol abgewaschen hat; doch mufs die aufgetragene Säure mehrmals erneuert werden. Bei diesem Ätzen treten eingewachsene Mineralien: Pyrit, Titaneisen, Chromit, Rutil etc. hervor. — Von HF nicht angegriffen. Mit Borax und Phosphorsalz die Eisenperlen.

Umwandlung in Eisenhydroxyd (Brauneisen) ist an der rostbraunen Farbe im auffallenden Lichte kenntlich und findet sich z. B. in verwitterten Basalten.

Isolierung aus dem Gesteinspulver gelingt mit einem gewöhnlichen Hufeisenmagneten, wobei man zweckmäfsig das Pulver in dünner Schicht über schwaches, glattes Papier streut und unter demselben den Magnetstab streichend bewegt.

Spez. Gew.: 4,9—5,2; fällt also in den gebräuchlichen schweren Lösungen. — *Härte*: 5,5—6,5.

Unterscheidung von anderen Eisenerzen (und Graphit) s. Tabelle pag. 12.

2. TITANEISEN (ILMENIT).

Form: Hexagonal, eigentlich rhomboëdrisch-tetartoëdrisch, scheinbar meist rhomboëdrisch-hemiëdrisch ausgebildet in flachen Täfelchen mit 0R. R.—$^1/_2$R. (Fig. 3), wie man an den Kristallen vom St. Gotthard und von Elba sieht. — Über Zwillingsbildung siehe unten (Verwitterung).

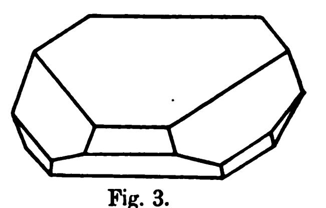


Fig. 3.

Selten in dünnen sechsseitigen Blättchen („Titaneisenglimmer“). In Dünnschliffen der schwarzgrün gefleckten Ein-

schlüsse kontaktmetamorpher Grauwacke aus dem Pyroxengranitporphyr von Beucha bei Leipzig bemerkt man u. d. M. schmutzig olivenbraune oder grünliche Zersetzungsprodukte des Cordierites und ein wasserhelles, zumeist aus Quarz bestehendes Körneraggregat; in letzterem liegen schwarze, sechsseitige, oft verzerrte Täfelchen und strichartige Leistchen von Titaneisen, je nachdem sie ihre Basisansicht darbieten oder auf die hohe Kante gestellt sind (Fig. 4, *a*). Bei sehr grofser Dünne werden sie tief nelkenbraun durchscheinend. Blendet man den Spiegel ab und dreht das Präparat, so zeigen sie meist intensiven Metallglanz mit einem Stich ins Violette.

Damit das Objekt während des Drehens nicht aus dem Gesichtsfelde verschwindet, mufs der Objekttisch zentriert sein, d. h. seine Drehungsaxe mufs mit der Tubusaxe zusammenfallen. Man erreicht dies mittels zweier Zentrierschrauben, die gewöhnlich am Tisch angebracht sind, dadurch, dafs man den Tisch soweit dreht, bis das vorher im Fadenkreuz befindliche Eisenerzblättchen seine gröfste Abweichung in dem einen Quadranten erlangt, und es dann durch die betreffende Schraube bis auf die Hälfte seiner Entfernung vom Fadenkreuz hereinzieht. Nun bringt man es mit der Hand wieder ins Fadenkreuz, verfährt ebenso in dem anderen Quadranten und wiederholt die Operation genügend oft.

Nelkenbraun durchsichtige Titaneisenblättchen sind auch in den Basalten des südlichen Bakonyer Waldes, in Nephelinbasalten des Kaiserstuhles und in Melaphyren des Saar-Nahegebietes gefunden worden. — Im Amphibolschiefer vom Karrnberge bei Neustadt-Stolpen (Sachsen) gewahrt man unter dem Mikroskop neben grüner Hornblende schwarze Körnerhaufen von Titaneisen, deren einzelne Partikel Sechseckkonturen aufweisen.

Recht charakteristisch sind die sogen. „zerhackten Formen“ des Titaneisens, wie sie fast jeder mittelkörnige Diabas zeigt. Im Proterobas von Heiliggrab bei Hof (Fichtelgebirge) z. B. sieht man im Dünnschliffe neben rötlichbraunem Augit, farblosem Plagioklas, licht- oder rotbraunen Biotitlamellen und grünen Zersetzungsprodukten des Augites schwarze Titaneisenformen von der in Fig. 4, *b* skizzierten Gestalt, ebenso im Norit des Raddauthales (Harz). Der eisengraue Glanz ist im Schliffe nur bei gutem Lichte, vorzüglich im ungedeckten Präparate wahrzunehmen und dem des Magneteisens durchaus gleich. — In frischen Körnern ist Titaneisen überhaupt von Magnetit unter dem Mikroskop nicht zu unterscheiden.

Chemisches: Zusammensetzung $FeTiO_3$, oft Fe_2O_3 isomorph zugemischt, immer Mg (0,5 — 3 %) enthaltend. V. d. L. unschmelzbar. Phosphorsalzperle im Reduktionsfeuer bräunlichrot bis blutrot. Bei starkem Zusatz zeigt die in der Oxydationsflamme behandelte

und noch heifs plattgedrückte Perle nach dem Erkalten unter dem Mikroskop spitzrhombische Kriställchen von $Ti_2Na(PO_4)_3$. — In HCl und HNO_3 sehr schwer löslich unter Abscheidung von TiO_2. Die HCl-Lösung wird mit Sn gekocht violett. Titaneisen in H_2SO_4 gekocht giebt Blaufärbung, aber keine Lösung von TiO_2. Aufschliefsbar durch Schmelzen mit $KHSO_4$; aus der stark verdünnten Lösung fällt TiO_2 bei längerem Kochen.

Diese Reaktionen kann man entweder an Titaneisensand prüfen oder zu diesem Zwecke Titaneisen aus einem gepulverten Diabas separieren.

Die *Isolierung* erfolgt leicht durch einen Elektromagneten, über dessen messerschneidenartig zugeschärfte Pole man das Gesteinspulver entweder trocken oder besser in Wasser suspendiert durch einen Trichter hinlaufen läfst. Ein starker elektrischer Strom

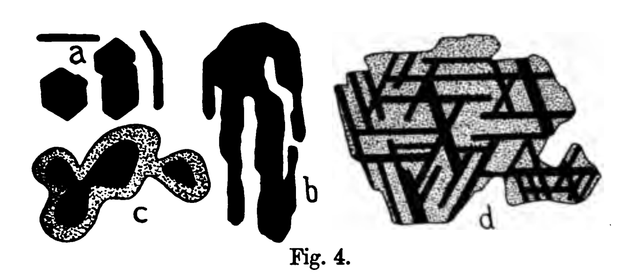


Fig. 4.

ist nicht erforderlich, die Operation aber einigemale zu wiederholen. Näheres über das Arbeiten mit dem Elektromagneten s. N. Jahrb. f. Min. 1884, II, 182. — Vom Hufeisenmagneten wird reines Titaneisen nicht angezogen. Prüft man eine Partie des Titaneisensandes oder der Iserin genannten Varietät darauf hin, so findet man, dafs durchschnittlich mehr als die Hälfte der Körner am Hufeisenmagneten hängen bleibt. Der Grund hiervon ist in einer Verunreinigung durch Magnetit zu suchen.

Bei Verwitterung setzt sich Titaneisen randlich oder ganz in eine lichtgraue, feinkörnige, selten faserige Substanz um, die besonders bei abgeblendetem Spiegel deutlich hervortritt. Früher Leukoxen oder Titanomorphit genannt, hat sie sich als Titanit erwiesen; doch wurden sehr vereinzelt auch Anatas und Perowskit von ganz ähnlichem Aussehen als Umwandlungsprodukt beobachtet. Sekundär sind wohl meist auch die Titanitsäume um Titaneisenkörner (Fig. 4, *c*), wie man sie in Amphiboliten bisweilen findet; doch ist eine primäre Verwachsung beider Mineralien keineswegs

ausgeschlossen. — Häufig tritt bei der Verwitterung eine lamellare Zwillingsbildung nach *R* dadurch hervor, dafs sich das eine sehr wenig angegriffene Lamellensystem als Strichnetz mit 60°-Winkeln scharf von dem grau zersetzten anderen abhebt (Fig. 4, *d*). Fast jeder unfrische Diabas zeigt diese Erscheinung.

Handelt es sich wie hier bei der Zeichnung eines mikroskopischen Objektes um gröfsere Genauigkeit namentlich der Winkelwerte, so bedient man sich eines Zeichenapparates, am besten des Abbeschen Zeichenspiegels (Fig. 5). Zwischen zwei zu einem Würfel zusammengefügten Glasprismen befindet sich eine Silberschicht mit kleinem centralem Loche. Durch letzteres erblickt man das mikroskopische Bild, während durch den unter 45° geneigten Spiegel und nochmalige Reflexion an der Silberschicht gleichzeitig das Bild des Zeichenstiftes auf einem dicht neben dem Mikroskope (am besten in der Höhe des Tisches) befindlichen Blatte Papier ins Auge gelangt. Man zieht nun, gleichsam im Gesichtsfelde selbst zeichnend, die Konturen des betreffenden Objektes nach. Zu achten ist dabei darauf, dafs Gesichtsfeld und Zeichenfläche ungefähr gleich hell sind; diese Regulierung wird entweder durch Spiegelstellung oder mittels der beigegebenen Rauchgläser bewirkt, die man in einen Träger neben den Glasprismen einsetzt.

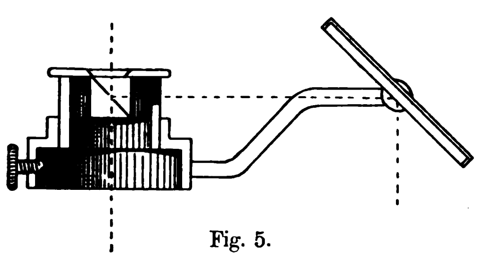


Fig. 5.

Beim Gebrauche des Nachetschen Zeichenprismas ist eine unter bestimmtem Winkel geneigte Zeichenfläche erforderlich.

Spez. Gew.: 4,56—5,21. *H.*: 5—6.

Unterscheidung von anderen Eisenerzen und Graphit s. Tabelle auf S. 12. In frischen Körnern unter dem Mikroskop von Magnetit nicht zu trennen, zumal im *Titanmagneteisen* Übergänge zwischen beiden existieren. Hierher gehören z. B. die als Trappeisenerz oder schlackiges Magneteisen bezeichneten Körner von glasflussartigem Aussehen und muscheligem Bruch, die sich zuweilen in Basalten, z. B. in dem von Unkel a. Rhein, finden.

3. PYRIT (EISENKIES).

Form: Regulär, pentagondodekaëdrisch-hemiëdrisch; $\infty O \infty$ und $\frac{\infty O 2}{2}$, meist Körner. Im Dünnschliffe (z. B. in fast jedem etwas zersetzten Diabas) unter dem Mikroskop leicht kenntlich an dem charakteristischen speisgelben Metallglanz, besonders bei Abblenden des Spiegels.

Chemisches: Zusammensetzung FeS_2. V. d. L. brennt er mit blauer Flamme, wobei FeS zurückbleibt. Von HCl fast gar nicht

angegriffen, von HNO_3 ziemlich leicht unter Abscheidung von S zersetzt.

Umwandlung erfolgt in Eisenhydroxyd, u. d. M. im auffallenden Lichte rostbraun aussehend, bisweilen noch einen frischen Pyritkern umschliefsend.

Spez. Gew.: 4,9—5,2. *H.*: 6—6,5.

Vom Hufeisenmagneten nicht, vom Elektromagneten erst bei starkem Strome angezogen (s. Anhang 2).

4. MAGNETKIES (PYRRHOTIN).

Hexagonal, fast nur in Körnern. Im auffallenden Lichte tombakbrauner Glanz, den man zuvor an dem Magnetkies aus dem Cordieritgneifs von Bodenmais nachsehe, um den Unterschied vom Pyritglanze festzustellen. — Von einem starken Hufeisenmagneten angezogen. — Chemische Zusammensetzung: $Fe_n S_{n+1}$, meist $Fe_7 S_8$ oder $Fe_{11} S_{12}$. Schmilzt auf Kohle im Reduktionsfeuer zu grauschwarzem, stark magnetischem Korn. Von HCl unschwer gelöst unter Abscheidung von S und H_2S. Letzteren weist man in geringen Mengen dadurch nach, dafs man die Körnchen oder die von Balsam befreite Schliffstelle mit der Säure und einem Deckgläschen versieht und den Säuretropfen auf ein mit Bleiacetat getränktes Streifchen Filterpapier wirken läfst (Braunfärbung).

Spez. Gew.: 4,54—4,64. *H.*: 3,5—4,5.

Tritt hin und wieder in Gabbro, Norit, Basalt auf; am besten in dem Gestein von Bodenmais zu studieren.

5. GRAPHIT.

Form und Farbe: Hexagonal-rhomboëdrisch; schwarze, völlig undurchsichtige, sechsseitige oder rundliche Schüppchen, so z. B. im körnigen Kalkstein von Pfaffenreuth neben farblosem Calcit; im Graphitquarzit des Röhrsdorfer Thales bei Kreischa (Sachsen) neben wasserhellem Quarz. Im auffallenden Lichte lebhafter Metallglanz.

Chemisches: Zusammensetzung C; unlöslich in Säuren; v. d. L. sehr schwierig zu verbrennen, ebenso in dem vom Objektträger losgelösten und beiderseits von Balsam befreiten Schliffe vor dem Gebläse.

Spez. Gew.: 1,9—2,3. *H.*: 0,5—1.

Isolierung aus dem Pfaffenreuther Marmor durch HCl, aus Silicatgesteinen durch HF oder das spez. Gew.

Über die Unterscheidung von Graphit und Graphitit, deren ersterer sich nach dem Anfeuchten mit konzentrierter roter rauchender Salpetersäure beim Glühen selbst mikroskopischer Partikel moosartig aufbläht, vergl. Ber. d. chem. Ges. XXIV. 1891. 4085 und XXV. 1892. 214. 1379.

Kohlige Substanz findet sich als schwarzer Staub oder als Flocken in allen Alaunschiefern, Kieselschiefern und schwarzen Kalksteinen und ist im Gegensatz zum Graphit schon über dem Bunsenbrenner unschwer verbrennbar.

EISENERZE UND GRAPHIT.

	Magnetit	Titaneisen	Pyrit	Magnetkies	Graphit
Form	regulär, Vierecke, Dreiecke, Körner	hexag.-rhomb. Sechsecke, Leisten, Körn.	regulär-pentag. meist Körner	hexag.-rhomb. fast nur Körner	hexag.-rhomb. Schüppchen
Glanz	eisengrau	eisengrau	speisgelb	tombakbraun	grau
Formel	Fe_3O_4	$FeTiO_3$	FeS_2	Fe_nS_{n+1}	C
Verhalten zu Säuren	in HCl leicht löslich	in HCl sehr schwer löslich	in HCl unlösl.; lösl. in HNO_3 (S-Abscheid.)	in HCl lösl., Abscheid. v. S u. H_2S	unlöslich
Verwitterungsrinde	braun	grau	braun	—	—
Hufeisenmagnet	angezogen	—	—	angezogen	—
Spez. Gew.	4,9—5,2	4,56—5,21	4,9—5,2	4,54—4,64	1,9—2,3
Härte	5,5—6,5	5—6	6—6,5	3,5—4,5	0,5—1
Sonst	—	Zwillinge nach R	—	—	verbrennbar

6—9. SPINELLGRUPPE.

Reguläre Mineralien von großer Härte (Chromit ausgenommen) und hoher Lichtbrechung; nur in dünnen Schichten lichtdurchlässig; unangreifbar von Säuren. — Petrographisch wichtig sind:

Hercynit und Pleonast, mit vorwiegend grünen Tönen durchscheinend.

Picotit und Chromit, meist braune Farbe zeigend.

6. HERCYNIT.

Form und optisches Verhalten: Manche der hellen granatführenden Granulite von Großhartmannsdorf bei Chemnitz zeigen im Präparate schon dem bloßen Auge dunkle Flecke und Striemen von Hercynit. U. d. M. erblickt man ein Haufwerk dunkler Körner, kaum jemals regelmäßige Oktaëderschnitte. Die kleineren Partikel sind durchaus, die größeren an den Rändern tief graugrün. Dunkle Umrandung und runzelige, rauhe Oberfläche verweisen auf hohen

Brechungsquotienten: $n_{na} = 1{,}72$ im Mittel. Seine Ermittelung s. unter Almandin.

Chemisches: $FeAl_2O_4$. Von Säuren (auch von HF) unangreifbar; nicht durch Alkalikarbonat, aber durch Schmelzen mit $KHSO_4$ aufschliefsbar. V. d. L. unschmelzbar; das geglühte Pulver wird ziegelrot und giebt mit Borax und Phosphorsalz die Eisenfarbe. — Verwitterung nicht beobachtet.

Isolierung durch Behandlung des Gesteinspulvers mit HF oder durch Schmelzen mit Alkalikarbonat und Auslaugen der Schmelze mit angesäuertem Wasser.

Spez. Gew.: 3,91—3,95. *H.*: 7,5, die man am Mineralpulver dadurch prüft, dafs man es in die Endfläche eines Bleistempels von 2—3 mm Durchmesser oder in erweichten Siegellack eindrückt und so die Ritzversuche vornimmt.

Unterscheidung von Magnetit durch Farbe und Unlöslichkeit in HCl; von Pleonast s. diesen.

7. PLEONAST.

Form und optisches Verhalten: Dunkelgrün durchscheinende Oktaëderschnitte und Körner z. B. sehr reichlich in den dunklen, Andalusit und Cordierit führenden Einschlüssen mit dem charakteristischen bläulichen Cordieritschimmer aus dem Granitporphyr von Beucha bei Leipzig, überhaupt mit Vorliebe in teilweise umgewandelten Einschlüssen besonders der jüngeren Effusivgesteine, ohne aber auf sie beschränkt zu sein: In den Kalksteinauswürflingen der Somma, in den teilweise eingeschmolzenen Granit- und Sandsteineinschlüssen im Basalt vielorts (besonders in dem braunen Glasteige), in Einschlüssen Eifeler Andesite, im Hornfels am Granit.

Chemisches: $(MgFe)(Al_2Fe_2)O_4$. Verhalten gegen Säuren und Aufschlufsmittel wie Hercynit; doch werden feinste Splitter von HF gelöst, bei tagelanger Einwirkung selbst kleine Körnchen. — V. d. L. unschmelzbar.

Isolierung durch Schmelzen des Gesteinspulvers mit Alkalikarbonat und Auslaugen der Schmelze; die weitere Sonderung von etwa mit übrig bleibendem Andalusit, Korund etc. durch das spez. Gew. oder durch den Elektromagneten.

Spez. Gew.: 3,8—4,0. *H.*: 7,5.

Unterscheidung von Magnetit durch Farbe und Unlöslichkeit in HCl; von Hercynit nur auf chemischem Wege durch Nachweis des Mg.

8. PICOTIT.

Form und optisches Verhalten: Winzige Oktaëderchen in den wasserhellen, oft von grünen oder bräunlichen Serpentinadern durchzogenen Olivinschnitten vieler Basalte (z. B. im Plagioklasbasalt von Stolpen, Nephelinbasalt vom Löbauer Berge), bei schwacher Vergröfserung ganz magnetitähnlich, bei stärkerer (× 200) rötlich- oder olivenbraun durchscheinend und dunkel umrandet (hoher Brechungsexponent wie Hercynit). Im Lherzolith vom Weiher Lherz als gröfsere Körner, im Dünnschliffe braun bis dunkelgelb.

Chemisches: $(Mg\,Fe)(Fe_2\,Cr_2\,Al_2)\,O_4$. Säuren ohne Wirkung. Über Aufschliefsung und Nachweis des Cr siehe Chromit.

Spez. Gew.: 4,08. *H.*: 8.

Unterscheidung von Magnetit durch Farbe und Unlöslichkeit in HCl. Von Chromit siehe diesen.

9. CHROMIT.

Form und optisches Verhalten: Kaum je Kristalle (O); nur Körner und körnige Aggregate, mit Vorliebe in Mg-reichen Gesteinen; so im Serpentin z. B. von Kraubat (Steiermark), Hrubschütz (Mähren), Silberberg (Schlesien) u. a. Im Schliffe tief braunrot durchscheinend. Sehr stark lichtbrechend; n = 2,096; daher runzelige Oberfläche und dunkle Umrandung.

Chemisches: Rein $FeCr_2O_4$, doch meist mit Gehalt an Mg und Al. Säuren fast ohne Wirkung. V. d. L. unschmelzbar; wird im Reduktionsfeuer geglüht, magnetisch. In der Borax- und Phosphorsalzperle nach dem Erkalten die smaragdgrüne Farbe des Cr. Giebt mit der dreifachen Menge KNO_3 geschmolzen in Wasser eine gelbe Solution von Kaliumchromat, aus welcher durch Bleiacetat gelbes Bleichromat gefällt wird. Aufschliefsbar durch Schmelzen mit $KHSO_4$, sicherer durch nochmaliges Schmelzen des so erhaltenen Schmelzkuchens mit Natron-Kalikarbonat.

Spez. Gew.: 4,5—4,8. *H.*: 5,5, weit geringer als die übrigen Spinelle.

Unterscheidung von Magnetit durch Farbe und Unlöslichkeit in verdünnter HCl; von Picotit, mit welchem er durch Zwischenglieder verbunden ist, besonders durch die geringere Härte (deren Prüfung siehe Hercynit). Von Melanit und Orthit siehe diese.

DURCHSICHTIGE MINERALIEN.

I. REGULÄRES SYSTEM.

Alle Durchschnitte bleiben im parallelen polarisierten Lichte zwischen gekreuzten Nicols bei voller Umdrehung dunkel, zeigen im konvergenten polarisierten Lichte kein Axenbild und erweisen sich nie pleochroitisch. Wenn Spaltbarkeit vorhanden, existieren stets zwei (oder mehr) gleichwertige sich kreuzende Richtungen, nie eine einzige.

10—14. GRANATGRUPPE.

Die gesteinbildend wichtigen Granate Almandin und gemeiner Granat, Pyrop, Melanit, Spessartin und Grossular haben gemeinsam: Einfache Kristallform (∞O und 2O2), sehr unvollkommene Spaltbarkeit, starke Lichtbrechung, grofse Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und bedeutende Härte.

10. ALMANDIN UND GEMEINER GRANAT.

Form: ∞O (110) (Fig. 6), seltener 2O2 (211) (in Eruptivgesteinen, gern in feldspatreichen kristallinen Schiefern), häufig Körner. Im Eklogit (z. B. von Fattigau im Fichtelgebirge) mit blofsem Auge im

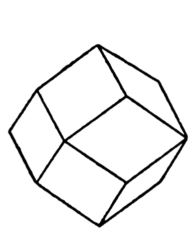


Fig. 6.

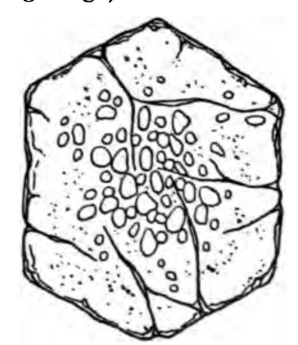


Fig. 7.

Handstücke und im Schliffe neben grünem Omphacit zu erkennen. U. d. M. Sechsecke und Vierecke, welche auf ∞O verweisen. Spaltrisse unregelmäfsig, bisweilen eine Absonderung nach ∞O angedeutet, auch wohl annähernd parallele Sprünge, die in allen Granatschnitten des Schliffes gleiche Richtung besitzen und auf Druckwirkungen zurückgeführt werden. — Beachtenswert sind die gern zentral gehäuften Einschlüsse: wasserhelle Quarzkörnchen (Fig. 7), braungelbe Säulchen und Körnerhaufen von Rutil, sowie dunkel um-

randete Hohlräume von unregelmäſsig rundlicher Gestalt. In den makroskopisch als blutrote Punkte erscheinenden Granatkörnern mancher Granulite (z. B. von Hartmannsdorf; von der Höllmühle bei Penig nicht in allen Schnitten) zeigen diese Poren Rhombendodekaëderform („negative Kristalle“) und erscheinen bei schwacher Vergröſserung (50) als winzige, scharf umrandete Vier- und Sechsecke, bei stärkerer (200), besonders unter Benutzung der Mikrometerschraube, mit deutlichen Flächen. Gleiches ist in Schliffen des Pyroxengranulits von Hartmannsdorf und des Granatfelses von Greifendorf bei Roſswein zu beobachten. In ersterem Gestein findet man zuweilen dünne, grüne Pyroxenstengel radial ringsum an die Granatkörner angewachsen, welche hier als „Strukturzentren“ dienen. Der Granat des Kinzigits vom Kinzigthale enthält Quarzkörnchen, des von Gadernheim auſserdem farblose Feldspatleistchen, braune Biotit- und schwarze Graphitschuppen eingelagert.

Optisches: Im Handstücke dunkelrot, wird der Granat im Schliffe blaſsrosa bis fast farblos. Der hohe Brechungsexponent $n_{na} = 1{,}77$ (— 1,80) im Durchschnitt bewirkt wie bei Spinell dunkle Umrandung, rauhe („chagrinierte“) Oberfläche und reliefartiges Hervortreten, wie dies z. B. die Granate der Granulite sehr deutlich zeigen.

Eine Methode zur angenäherten Bestimmung des Brechungsindex beruht darauf, daſs an einem Mineralsplitter Unebenheiten und Konturen verschwinden, wenn man ihn in ein Medium von gleicher Lichtbrechung einbettet. Die Splitter lassen sich leicht aus dem Gestein oder mit einer Nadel aus dem ungedeckten Schliffe herausbrechen und in Flüssigkeiten von bekanntem n eintragen. Für die meisten Zwecke reichen z. B. die folgenden aus:

Wasser	1,336	
Glycerin	1,46	
Tetrachlorkohlenstoff	1,466	
Bucheckernöl	1,477	(oxydierbar)
Xylol	1,495	
Cedernholzöl	1,516	(oxydierbar)
Monochlorbenzol	1,527	
Äthylenbromid	1,536	(sehr giftig)
Nelkenöl	1,544	(oxydierbar)
Canadabalsam	1,549	
Nitrobenzol	1,554	(lichtempfindlich)
Monobrombenzol	1,561	

Orthotoluidin	1,572	(lichtempfindlich und gut zu verschliefsen)
Bromoform	1,588	(lichtempfindlich)
Zimmtöl	1,605	(oxydierbar)
Monojodbenzol	1,621	
Schwefelkohlenstoff	1,627	
α-Monochlornaphthalin . . .	1,639	
α-Monobromnaphthalin . . .	1,658	
Jodmethylen	1,740	(lichtempfindlich)
Salpetersaures Quecksilberjodid	1,80	
Schwefel gelöst in Jodmethylen	1,83	
Quecksilbermethyl	1,93	
Phenylsulfid	1,95.	

Zweckmäfsig ersetzt man den Polarisator durch eine Blende mit recht enger Öffnung, arbeitet aber auf jeden Fall ohne Kondensorlinse (dem Polarisator aufgeschraubt). Den Flüssigkeitstropfen auf dem Objektträger kann man mit einem Deckgläschen versehen; bei flüchtigen Flüssigkeiten ist dies unerläfslich. Vergl. Schröder van der Kolk: Tabellen zur mikroskopischen Bestimmung der Mineralien nach ihrem Brechungsindex, Wiesbaden 1900, dem obige Zusammenstellung in der Hauptsache entnommen ist.

Eine andere, schon 1767 vom Herzog von Chaulnes angegebene Methode beruht darauf, dafs das scharfe Bild eines Objektes unter dem Mikroskope nicht mehr oder nur undeutlich erscheint, sobald man eine fremde Platte auf das betreffende Objekt legt; man mufs dann den Tubus um eine bestimmte Strecke heben, um das Bild wieder scharf zu sehen. Diese Strecke ist abhängig von der Dicke und dem Brechungsindex der aufgelegten Platte. Man stellt also mit einem stärkeren Objektiv (V bei Seibert) möglichst scharf z. B. auf die Teilung eines auf dem Objekttische placierten Okular mikrometers ein und legt dann ein planparalleles Plättchen von Granat darüber, wie sich solches leicht aus einem Dünnschliffe herausbrechen läfst. Die Dicke desselben ermittelt man vorher durch einen Tastapparat oder auch dadurch, dafs man es mittels einer Pincette auf die hohe Kante in einen Wachstropfen drückt und dann mit dem Okularmikrometer die Dicke bestimmt. (Die Messung in der Weise, dafs man mit einem starken Objektiv erst auf die untere, dann auf die obere Seite des horizontalen Plättchens einstellt und die Tubusverschiebung an dem geteilten Kopfe der Mikrometerschraube abliest, ergiebt nicht den wahren Wert.) Wenn

die Dicke des Granatplättchens = D, die an der Mikrometerschraube abgelesene Tubusverschiebung, um das Objekt wieder scharf zu sehen, = h, dann ist der Brechungsexponent $n = \frac{D}{D - h}$.

Unter gekreuzten Nicols erscheinen die Granatschnitte dunkel, bleiben es auch bei voller Umdrehung des Präparates; die fremden Mineraleinschlüsse heben sich dabei sehr deutlich farbig heraus. Schiebt man in den Schlitz *Sch* (Fig. 1 auf S. 4) das dem Mikroskope beigegebene Gipsblättchen vom Rot 1. Ordnung, so ändert ein Granatschnitt unter gekreuzten Nicols bei voller Drehung nichts an dieser Farbe. Setzt man statt dessen eine senkrecht zur Hauptaxe geschliffene Kalkspatplatte ein („stauroskopische Calcitplatte"), so ändern Granatschnitte weder die Ringe noch das Kreuz des Interferenzbildes. Im konvergenten polarisierten Lichte geben Granatschnitte keine Interferenzfigur. Man legt zu diesem Zwecke die Kondensorlinse auf den Polarisator, setzt ein starkes Objektiv ein (V bei Seibert), entfernt das Okular und kreuzt die Nicols.

Die Granate der Granatfelse zeigen indessen, jedoch selten, optische Anomalien, die sich unter gekreuzten Nicols bei parallelem Lichte in dem Auftreten schwach blaugrauer Polarisationsfarben kundgeben, bei der Prüfung mit dem Gipsblättchen das empfindliche Rot in bläuliche und gelbliche Töne ändern und die Interferenzfigur der stauroskopischen Calcitplatte stören.

Chemisches: Almandin ist Eisen-Thonerdegranat: $Fe_3 Al_2 Si_3 O_{12}$; gemeiner Granat eine isomorphe Mischung von Almandin-, Grossular- ($Ca_3 Al_2 Si_3 O_{12}$) und Melanitsubstanz ($Ca_3 Fe_2 Si_3 O_{12}$). Von Säuren kaum angreifbar, auch durch Alkalikarbonat nur als feinstes Pulver nach langem Schmelzen aufschliefsbar. V. d. L. leicht zu dunkler magnetischer Perle schmelzbar, die Schmelze leicht durch HCl unter Abscheidung von Kieselsäuregelatine zersetzbar. In der Phosphorsalzperle ein Kieselskelett und die Eisenfarbe gebend. — Umwandlung bei Almandin recht selten, bei gemeinem Granat häufiger beobachtet, besonders in Aggregate grüner Chloritschuppen, makroskopisch z. B. aus dem Ötzthale. Im Granulit westlich der Höllmühle bei Penig zeigen ganze Bänke statt der blutroten schwarzgrüne Pünktchen, die sich im Schliffe als Haufwerke grüner chloritischer Schuppen erweisen. Selten findet eine Umwandlung in grünliche Hornblende statt. Die Granate der Glimmerschiefer verwittern gern zu ockerigem Brauneisen, welches während des Schleifens meist aus dem Präparate herausbricht.

Die *Isolierung* gelingt gewöhnlich durch Auslesen der Fragmente aus dem zerstofsenen Gestein mit der Hand, eventuell unter der Lupe. Bei sehr geringen Dimensionen der Individuen bieten die Unangreifbarkeit durch Säuren, das hohe spez. Gew. und die Anziehbarkeit durch einen starken Elektromagneten geeignete Handhaben hierzu.

Spez. Gew.: 4,1—4,3. *H.*: 7—7,5.

Almandin und gemeiner Granat lassen sich im Schliffe nicht mit Sicherheit voneinander trennen; im allgemeinen ist der erstere öfter kristallisiert, in der Regel frisch und optisch normal, letzterer meist in Körnern vorhanden, zu Zersetzung geneigt und bisweilen optisch anomal. Eine sichere Unterscheidung ist nur durch chemische Prüfung möglich, wobei das Hauptaugenmerk auf das Fehlen oder Vorhandensein von Ca zu richten ist. — Nach den spärlichen Analysen gesteinbildender Granate scheint Almandin mehr im Gneifs, Kinzigit, Granulit, Glimmerschiefer, Eruptivgesteinen (selten; z. B. in Granit, Granitporphyr [Beucha], Pyroxenquarzporphyr [Kleinsteinberg bei Beucha], in ungarischen Andesiten), gemeiner Granat dagegen mehr im Eklogit, Eulysit, Pyroxengranulit, Amphibolit, Granatfels vorzukommen; doch gehen die Angaben hierüber auseinander.

11. PYROP.

Form: Nur Körner; so im Serpentin (Zöblitz, Greifendorf in Sachsen u. v. a.) schon makroskopisch. Im Schliffe gewöhnlich frei von Einschlüssen; unregelmäfsige Spaltrisse.

Optisches: Blutrot, im Schliffe fast farblos; hoher Brechungsexponent: $n_{na} = 1,75$ (in orientalischem Pyrop 1,814); optisch normal.

Chemisches: Magnesium-Thonerdegranat: $Mg_3 Al_2 Si_3 O_{12}$ mit geringem Eisengehalt (Beimengung des Almandinmoleküls) und etwas Cr, konstant auch wenig Ca. Unlöslich in Säuren. V. d. L. nicht leicht schmelzbar zu nicht oder sehr schwach magnetischem Glase, welches von HCl nur unvollständig zersetzt wird. In der Phosphorsalzperle Kieselskelett und die Farben des Fe und Cr. — Charakteristisch ist die Umwandlung in eine faserige Substanz, Kelyphit, deren Fasern senkrecht auf der Granatumgrenzung stehen (siehe Schliffe der obengenannten Serpentine). Becke fand solche Rinden um Pyrop im Peridotit von Steineck, aus Picotit und einem faserigen Mineral der Pyroxen-Hornblendegruppe bestehend; v. Lasaulx berichtet, „dass die radialfaserigen Rinden um Granat keineswegs alle gleichartig zusammengesetzt seien."

Spez. Gew.: 3,7—3,8. *H.*: über 7.

12. MELANIT.

Form: $\infty O \cdot 2O2$, (110)·(211), letztere Flächen aber in den Durchschnitten sehr zurücktretend, welche meist Sechs- und Vierecke ergeben. Spaltbarkeit sehr unvollkommen und nur in gröfseren Schnitten wahrnehmbar. Einschlüsse selten; bisweilen grüne Pyroxensäulchen und farblose Apatitnädelchen.

Optisches: Sammetschwarz, im Schliffe dunkelbraun durchsichtig, oft lichter und tiefer gefärbte Zonen zeigend (Fig. 8). So in jüngeren alkalireichen Eruptivgesteinen, wo er mit zu den ersten Festwerdungen gehört; reichlich z. B. im Leucitophyr von Rothweil am Kaiserstuhl (neben farblosem Leucit, meist trübem Haüyn und grünem oder gelbgrünem Ägirinaugit). — Starke Lichtbrechung: $n_{na} = 1{,}856$ am Melanit von Frascati. Optische Anomalien sehr selten. — Mit gleichen Eigenschaften auch in den Leucitophyren von Oberbergen (Horberig) am Kaiserstuhl, vom Perlerkopf bei Olbrück, im Leucittephrit von Tavolato bei Rom (hier neben farblosem Leucit, blauem Haüyn und grünem Pyroxen), überall häufig; vereinzelt in Phonolithen und Nepheliniten. Auch der blutrote Granat aus dem Porphyrit von Ilfeld gehört hierher.

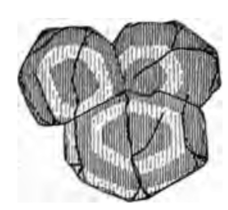


Fig. 8.

Chemisches: Calcium-Eisengranat: $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$, in der Regel titanhaltig. Unlöslich in Säuren (nur von konz. HF merklich angegriffen). V. d. L. nicht leicht zu magnetischer Perle schmelzbar, die von HCl unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetzt wird. In der Phosphorsalzperle Kieselskelett, Eisen- und Titanfarbe. — Umwandlungserscheinungen sind nicht bekannt.

Spez. Gew.: 3,6—4,3. *H.*: 7.

Unterscheidung von Chromit durch Kristallform und Zonenbau, Schmelzbarkeit, Titanreaktion in der Phosphorsalzperle und Härte (Chromit 5,5). Von Orthit siehe diesen.

13. SPESSARTIN.

In den isabellfarbenen Lagen des Wetzschiefers von Recht u. a. O. der Ardennen als winzige, farblose Kriställchen (∞O), stark lichtbrechend ($n_{na} = 1{,}81$), ein Mangan-Thonerdegranat: $Mn_3Al_2Si_3O_{12}$ mit geringem Eisengehalt. V. d. L. wie Almandin; unlöslich in Säuren; in der Phosphorsalzperle Kieselskelett und im Oxydationsfeuer die Amethystfarbe des Mn. Mit Salpeter und Soda auf Platinblech eine blaugrüne Schmelze, welche durch Zusatz von Essigsäure rot wird. Umwandlung nicht beobachtet.

Spez. Gew.: 3,7—4,2. H.: 7 und darüber.

14. GROSSULAR.

Makroskopisch als stachelbeergrüne oder gelbliche Kristalle (2O2, auch ∞O und Körner) in kontaktmetamorphen Kalksteinen, im Schliffe blaſsgrünlich bis farblos, nicht selten Zonenbau und dann gern anomale Doppelbrechung zeigend; diese tritt zuweilen als Felderteilung auf derart, daſs von jeder Kristallfläche eine Pyramide nach dem Mittelpunkte des Kristalls geht. (Vgl. über diese Erscheinung, die indes mehr an aufgewachsenen als an gesteinbildenden Granaten auftritt, besonders N. Jahrb. f. Min. 1883, I, 87.) Solche Grossulare enthalten z. B. die kontaktmetamorphen Kalke der Gegend von Berggieſshübel, die im Kontakthofe des Ramberges und von Schierke im Harz, desgleichen südnorwegische und südtiroler Vorkommnisse (Predazzo).

Chemisch ein Calcium-Thonerdegranat: $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$ mit geringem Eisengehalt. Unlöslich in Säuren. V. d. L. leicht zu nicht magnetischem Glase schmelzend, welches von HCl unter Bildung von Kieselsäuregelatine zersetzt wird. In der Phosphorsalzperle ein Kieselskelett und meist die Eisenfarbe. — Umwandlungen nicht bekannt.

Spez. Gew.: 3,4—3,6. H.: 6,5—7.

GRANATGRUPPE.

	Form	Farbe im Schliff	Chemische Zusammensetzung	Schmelzbarkeit	Verwitterung	Spez. Gew.
Almandin	∞O, 2O2 und Körner	blaſsrosa bis farblos	$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	leicht; Perle magnetisch	selten	4,1—4,3
Gemeiner Granat			$\begin{pmatrix} Fe_3Al_2Si_3O_{12} \\ Ca_3Al_2Si_3O_{12} \\ Ca_3Fe_2Si_3O_{12} \end{pmatrix}$		Chlorit (Hornblende)	
Pyrop	Körner		$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ (mit Fe, Cr, Ca)	nicht leicht; Perle nicht magnetisch	Kelyphit	3,7—3,8
Melanit	∞O, 2O2	braun (zonal)	$Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$ (mit Ti)	nicht leicht; Perle magn.	—	3,6—4,3
Spessartin	∞O	farblos	$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$ (mit Fe)	leicht; Perle nicht magnetisch	—	3,7—4,2
Grossular	2O2 (∞O, Körner)	farblos, grünlich (zonal)	$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$ (mit Fe)		—	3,4—3,6

15—16. HAÜYNGRUPPE.

Gesteinbildend wichtig sind Haüyn (mit Nosean) und Sodalith, das sind vorwiegend als ∞O (110) kristallisierende Mineralien von niedrigem spez. Gew., geringer Härte und Lichtbrechung, leicht lös-

lich in HCl und besonders das erstere gewöhnlich mit sehr charakteristischer Mikrostruktur ausgestattet; sie sind auf quarzfreie, zumeist Nephelin (und Leucit) führende Eruptivgesteine beschränkt.

15. HAÜYN (u. NOSEAN).

Form: ∞O (110); Durchschnitte vier- und sechsseitig. Im Schliffe charakterisiert durch einen dunklen, nach innen sich rasch verwaschenden Rand (Fig. 9, *a*); so z. B. im Leucitophyr von Rieden (Burgberg, Schorenberg) am Laacher See neben farblosem, rundem Leucit und saftgrünem Ägirin und Ägirinaugit. Im Innern grau oder bräunlich bestäubt erscheinend, meist von zahllosen Pünktchen durchsetzt, nicht selten auch von Strichsystemen durchsponnen, welche den kristallographischen Axen parallel verlaufen und sich je nach Lage des Schnittes meist unter 90°, selten unter 60° schneiden. Bei starker Vergröfserung erweisen sich die Pünktchen als winzige Gasporen, Glaseinschlüsse mit minutiösen Bläschen und als opake Körnchen, vermutlich Eisenerz; die Striche sind nur dichte Aneinanderreihungen derselben. — Die ziemlich gute Spaltbarkeit nach ∞O macht sich im Schliffe verhältnismäfsig recht selten und nur in den gröfseren Durchschnitten als gerade, parallel den Konturen verlaufende Risse bemerkbar. Häufig dagegen ist an ihnen die Vier- und Sechseckform durch Abrundung der Ecken und zungenartige Einbuchtungen mehr oder weniger gestört. Man bezeichnet diese in Ergufsgesteinen weit verbreitete Erscheinung, welche durch teilweises Wiederein- und Anschmelzen sehr frühzeitig ausgeschiedener Kristalle bewirkt wird, als magmatische Korrosion. — Aufser den grofsen beachte man auch die zahlreichen kleinen Haüynindividuen, die, wenn der Schliff nur die schwarze Zone traf, Eisenerzkörnern nicht unähnlich sind, aber nicht die scharfe Umgrenzung derselben besitzen. — Im Haüynophyr von Melfi beobachtet man in der Regel aufserhalb der dunklen noch eine schmale helle Zone, die sich auch an den kleinen Kristallen findet und deren Unterscheidung von Eisenerz erleichtert; die grofsen Schnitte weisen mitunter zwei (selten mehr) dunkle Zonen

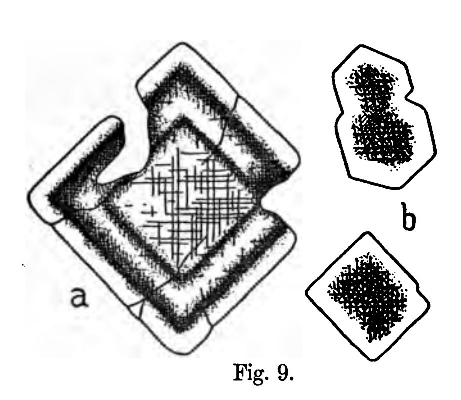


Fig. 9.

auf. Vergleiche ferner die Haüynschnitte im Leucitphonolith von Olbrück (Laacher See) und in Nephelinphonolithen, wo sie z. B. in denen vom Oderwitzer Spitzberge (Lausitz), vom Teplitzer Schloſsberge, vom Mileschauer (böhm. Mittelgebirge) groſs und leicht zu finden, in dem von der Milseburg und vielen anderen klein, verstreut und leicht zu übersehen sind. Kleine, aber zahlreiche und prächtig ausgebildete Individuen mit Strichnetzen (Fig. 9, *b*) enthält der Nephelinit von Neudorf bei Annaberg (Erzgebirge).

Optisches: Farblos; auch blau: Leucittephrit von Tavolato bei Rom; Leucitbasalt von Niedermendig (Laacher See), hier bisweilen makroskopisch; Phonolith vom Hohentwiel; manche Schliffe von Melfi; ziegel- oder rostrot: Melfi. — Schwache Lichtbrechung: $n_{na} = 1{,}496$ für die kalkreichen, 1,46 für die kalkarmen Glieder; daher ohne Relief im Schliffe. Optisch normal.

Chemisches: Isomorphe Mischungen von $Na_{10}Al_6Si_6O_{32}S_2$ und $Ca_5Al_6Si_6O_{32}S_2$, dazu nicht selten Spuren von Cl (bis 1 %). Die Ca-armen Glieder wurden früher als Nosean bezeichnet. Leicht löslich in Säuren unter Abscheidung von Kieselsäuregelatine. Ein Tropfen der salzsauren Lösung hinterläſst beim Verdunsten auf einem Objektträger wasserhelle isotrope Kochsalzwürfelchen und je nach dem Ca-Gehalte mehr oder minder reichlich farbig polarisierende Nädelchen und Nadelknäuel von Gips (siehe unten); doch darf man HCl nicht konzentriert und nicht zu heiſs anwenden, weil sonst statt der Nadeln würfelähnliche rhombische Kriställchen von Anhydrit entstehen, die mit Kochsalz verwechselt werden könnten. — Wenn irgend möglich stellt man solche Mikroreaktionen an isolierten kleinen Fragmenten des betreffenden Minerals an, die sich im vorliegenden Falle z. B. leicht aus dem Gesteine von Rieden gewinnen lassen, wo sie dem bloſsen Auge neben den weiſsen Leuciten als schwarze matte Körner erscheinen; auch die Lava von Niedermendig und der Haüynophyr von Melfi eignen sich hierzu. Ist man indes gezwungen, die Reaktion am Dünnschliffe selbst vorzunehmen, dann überzieht man den ungedeckten, noch auf dem Schleifglase befindlichen, mit einer dünnen Schicht gekochten Canadabalsam, oder man entfernt von dem bereits fertigen gedeckten Präparate unter Erwärmen das Deckglas, nicht aber die obere Balsamschicht. Dann legt man (eventuell unter der Lupe) mit einer Präpariernadel den betreffenden Schnitt durch Losstechen des Balsams frei, setzt den Säuretropfen auf, hebt ihn nach erfolgter Einwirkung mit einer Kapillarpipette ab und bringt ihn auf einen

reinen Objektträger zu freiwilligem Verdunsten. — Man kann auch so verfahren, dafs man auf den mit Canadabalsam überzogenen Schliff ein durchbohrtes Deckglas legt, so lange verschiebt, bis die Öffnung über dem zu prüfenden Schnitte liegt, dann anschmilzt, das Loch mit Alkohol von Balsam reinigt und nun den Säuretropfen aufsetzt. Solche Deckgläschen stellt man sich dadurch her, dafs man sie mit Wachs überzieht, dieses in einem Kreischen von $^1/_2$—1 mm Durchmesser wegkratzt und dann das Glas mit HF durchätzt. — Wichtig zur Unterscheidung von Sodalith ist der Nachweis des S als H_2SO_4 durch Gipsbildung. Man setzt einen Tropfen der Lösung an das eine Ende eines Objektträgers, einen Tropfen stark verdünnte Kalksalzlösung ($CaCl_2$) an den entgegengesetzten Rand und sorgt für möglichst langsame Mischung beider Flüssigkeiten dadurch, dafs man sie mittels eines Woll- oder Glasfadens verbindet oder zwischen sie einen gröfseren Wassertropfen bringt, welchen man durch schmale Brücken nach rechts und links hin verbindet. Bei freiwilligem Verdunsten scheiden sich die charakteristischen Gipsnädelchen aus (Fig. 10). Diese Gipsbildung kann auch umgekehrt zur Reaktion auf Ca verwendet werden. — Zur Prüfung des Haüyn in Phonolithen und basaltischen Gesteinen, die ja fast durchgängig frei von anderen S-haltigen Gemengteilen sind, kann man das Gestein selbst fein pulvern, mit verdünnter HCl auskochen und in der filtrierten Lösung nach den üblichen analytischen Methoden H_2SO_4 nachweisen; man berücksichtige aber, dafs sich auch SiO_2 und P_2O_5 (aus dem gleichfalls gelösten Nephelin und Apatit) in der Lösung befinden. — Über den Nachweis des Cl siehe unter Sodalith.



Fig. 10.

Die Verwitterung liefert meist Zeolithe, wobei sich die Substanz unter Verschwinden des dunklen Saumes trübt und unter gekreuzten Nicols grau oder gelblich polarisierende Faserbüschel (gewöhnlich Natrolith) zeigt; reichliche Ausscheidung von Calcit in unregelmäfsigen, bei + Nic. irisierend gelblichgrauen Partien verweist auf kalkreiche Glieder; so z. B. im Leucitophyr von Rothweil

(Kaiserstuhl), im Phonolith vom Hohentwiel und besonders schön im Phonolith vom Grofsen Bösig bei Hirschberg (Nordböhmen).

Durch Glühen des beiderseits von Balsam gereinigten Schliffes in Luft oder S-Dampf (im bedeckten Porzellantiegel) werden farblose Haüyne gewöhnlich blau.

Spez. Gew.: 2,3—2,5, steigend mit dem Ca-Gehalte. *H.*: 5,5.

16. SODALITH.

Form: ∞O (110) in Ergufsgesteinen, meist Körner in Tiefengesteinen, z. B. im Eläolithsyenit (Ditroit) von Ditro, wo er dem blofsen Auge als himmelblaue Partien erscheint. Im Schliffe meist nur undeutliche Spaltbarkeit nach ∞O; eine grofse Menge fremder Einschlüsse, die besonders unter + Nic. deutlich farbig hervortreten, auch rundliche oder schlauchförmige Flüssigkeitseinschlüsse und Gasporen. Ähnlich auch in vielen anderen Eläolithsyeniten. Kristalle in Ergufsgesteinen, so z. B. recht haüynähnlich im Sodalithtephrit vom Hohen Stein W. von Rongstock a. Elbe, von Hortau bei Bensen (böhm. Mittelgebirge). Der Sodalithtrachyt von Ischia (Kastellfelsen) enthält Sodalith nur auf Kluft- und Drusenwänden, nicht aber im Gesteinsgewebe selbst.

Optisches: Im Schliffe nahezu farblos, bisweilen bläulich, grünlich, gelblich. Lichtbrechung schwach: $n_{Na} = 1{,}48$. — Optisch normal.

Chemisches: $Na_4Al_3Si_3O_{12}Cl$. Von HCl und HNO_3 leicht gelöst unter Bildung von Kieselsäuregelatine, die sich manchmal erst beim Stehen der klaren Lösung abscheidet. Schon von Essigsäure angegriffen (die Durchschnitte zeigen nach drei- bis vierstündiger Einwirkung vorwiegend dreiseitige Ätzfiguren). Die salzsaure Lösung hinterläfst beim Verdunsten reichlich Kochsalzwürfelchen (aber keine Gipsnadeln wie Haüyn). Zum Nachweise des Cl-Gehalts bedeckt man den von Balsam befreiten Schliff mit einer ca. 4% HNO_3 und 2% $AgNO_3$ haltenden Lösung, worauf sich nach etwa 10 Minuten auf den Sodalithschnitten eine dünne Schicht von AgCl gebildet hat, die sich nach Reduktion durch Pyrogallol schwärzt. (Derselbe Überzug, aber nur sehr dünn und leicht sich ablösend, entsteht auch auf Haüyn mit Cl-Gehalt.) — Man kann auch den Schliff mit ganz verdünnter HNO_3 bedecken und Bleiacetat oder -nitrat zusetzen; es schiefsen dann aus dem Sodalith flache, stark lichtbrechende, wasserhelle Prismen von Chlorblei hervor; Cl-haltiger Apatit würde dieselbe Reaktion geben. — Umwandlung vorwiegend in zeolithische Faserbüschel.

Unterscheidung: In Eläolithsyeniten von ebenfalls isotropen Basisschnitten des Eläolith durch Fehlen des Interferenzbildes im konvergenten Lichte. Von Haüyn durch Ausbleiben der Reaktion auf Ca und H_2SO_4 und durch Nachweis des Cl, durch letzteren auch von Analcim.

Spez. Gew.: 2,13—2,34. *H.*: 5,5.

17. PEROWSKIT.

In Melilithbasalten (z. B. von Urach, vom Goldstein in der sächs. Schweiz, vom Dewin bei Wartenberg in Nordböhmen) als violettgraubraune Kriställchen, O(111) und unregelmäfsig zackige Formen, einschlufsfrei und von starker Lichtbrechung: n = 2,35. Die kleineren isotrop, die gröfseren mit hellen Streifensystemen unter + Nic.

Chemische Zusammensetzung: $CaTiO_3$. Von HCl, HNO_3 und wässeriger HF nicht angegriffen, von heifser konz. H_2SO_4 langsam gelöst. In der Borax- und Phosphorsalzperle Titanfarbe. Vom Elektromagneten nicht angezogen. — Fast immer frisch.

Spez. Gew.: 3,95—4,1. H.: 5,5.

Von Chromit nur auf chemischem Wege mit Sicherheit zu unterscheiden (Fehlen von Cr-Farbe und Kieselskelett in der Phosphorsalzperle).

18. FLUSSSPAT (FLUORIT).

In granitischen Gesteinen sporadisch als kleine violblaue Körnchen, z. B. im Rapakiwi, im Lithionitgranit vom Greifenstein im Erzgebirge; auch im Eläolithsyenit von Litchfield, in Glimmerschiefereinschlüssen aus dem Granit des Greifensteins; sehr reichlich (das Gestein blau färbend) in einer Quarzporphyrbreccie von Wittekind a. Saale. Wenn farblos, wie in gewissen Amphibolschiefereinschlüssen des Greifensteingranites, auch im körnigen Magneteisenstein vom Schwarzen Krux bei Schmiedefeld (Thüringen), dann schwerer zu erkennen. Die vollkommene Spaltbarkeit nach O(111) liefert im Schliffe feine, gerade, sich je nach der Schnittlage unter verschiedenem Winkel kreuzende Spaltrisse (Schwarzes Krux). n = 1,43. Optisch normal.

Chemische Zusammensetzung: CaF_2; nur durch H_2SO_4 zersetzbar. Umwandlungserscheinungen nicht bekannt. — Spez. Gew.: 3,1—3,2. H.: 4.

19. ANALCIM.

Immer sekundär. Farblos und wasserhell, z. B. in Tescheniten (Teschen, Neutitschein) die Lücken erfüllend zwischen farblosem (aber etwas trüben und farbig polarisierenden) Feldspat, grünem Pyroxen und braunem Amphibol. Spaltbarkeit nach $\infty O \infty$ (100) mehr oder weniger deutlich ausgeprägt. Unter + Nic. öfter optisch anomal; es treten mattgrau polarisierende Partien auf, besonders deutlich bei Anwendung eines Gipsblättchens vom Rot der 1. Ordnung (S. 18). — In anderen Gesteinen (Nephelin- und Leucitbasalte, Phonolithe) bisweilen als Hohlraumauskleidung oder in Pseudomorphosen nach Leucit (Rothweil am Kaiserstuhl) und Nephelin. — n = 1,487.

Chemische Zusammensetzung: $NaAlSi_2O_6 + H_2O$. Leicht löslich in Säuren unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure. Ein Körnchen Analcim auf einem mit Canadabalsam überzogenen Objektträger in Kieselflufssäure gelöst hinterläfst beim Eintrocknen der Lösung die charakteristischen hexagonalen Kriställchen des Kieselfluornatriums (siehe Nephelin). — Spez. Gew.: 2,2—2,3. H.: 5,5.

Unterscheidung von Leucit und Sodalith siehe diese.

20. LEUCIT.

Form: 202 (211), wie Fig. 11, und rundliche Körner mit sehr unvollkommener Spaltbarkeit. Die wasserhellen Durchschnitte meist achtseitig oder rundlich und besonders in den kleineren Individuen oft mit regelmäfsiger Anordnung (Fig. 12) der Einschlüsse (grüne Pyroxensäulchen, schwarzbraune Schlackenpartikel, lichtere Glaseinschlüsse mit Libelle, Erzkörnchen etc.), z. B. im Leucitit vom Capo di Bove (Rom) mit Kornkränzchen; in Vesuvlava von 1431

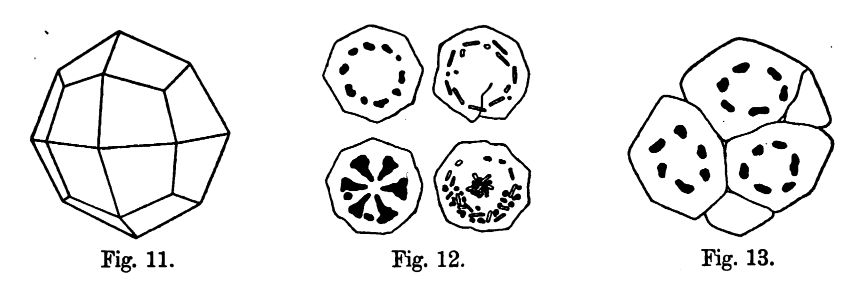


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

auch speichenartig radial gestellte Schlackenkeile und Pyroxensäulchen; in der Vesuvlava von 1822 häufig tangential gestellte farblose Nädelchen; kleine Individuen mit zentral gehäuften Einschlüssen, dazu nicht selten ein oder selbst zwei Kränzchen im Leucitbasalt vom Bausenberg, Kunkskopf und Hochsimmer (Laacher See), vom Firmerich bei Daun (Eifel); fast ohne Einschlüsse, aber von grünen Ägirinprismen kranzförmig umgeben im Leucitophyr von Olbrück (Laacher See). In der Vesuvlava von 1858 häufig 3—4 Individuen zu einem ungefähr 202-ähnlichen Ganzen aneinander gewachsen (Fig. 13).

Optisches: Farblos; Lichtbrechung schwach: $n = 1{,}48$—$1{,}51$. Die kleinen Schnitte meist isotrop; die grofsen (schön z. B. im Leucitophyr von Rieden) unter + Nic. ein kompliziertes System wahrscheinlich rhombischer Zwillingslamellen zeigend; näheres über die Beziehungen derselben zur Kristallform vergl. N. Jahrb. f. Min. 1885, Beilagebd. III, 522 ff. In kleineren Schnitten sind optische Anomalien, besonders bei grofser Dünne des Präparates, oft erst bei

Prüfung mit Gips (Rot 1. Ordnung) nachzuweisen (S. 18). Dafs diese Zwillingsbildung etwas Sekundäres, nachträglich im Leucit Entstandenes ist, geht daraus hervor, dafs z. B. die Einschlufszonen ungestört hindurchziehen und dafs bei einer Erhitzung auf ca. 500° die Lamellen verschwinden, beim Erkalten aber wiederkehren. Es stehen also nur bei hoher Temperatur Form und optisches Verhalten im Einklange; der Leucit, welcher sich nur in Eruptivgesteinen und zwar fast ausschliefslich in jungen, effusiven findet, ist demnach ursprünglich regulär gebildet, erfuhr aber bei der Abkühlung eine Umlagerung in rhombische Lamellen. — Über das sehr seltene Vorkommen von Pseudomorphosen nach Leucit in brasilianischen Gesteinen plutonischen Charakters vergl. N. Jahrb. f. Min. 1892, II, 151.

Chemisches: $KAlSi_2O_6$, oft mit geringem Gehalt an Na. Von heifser HCl im Schliffe und als Korn schwer, als feines Pulver gut zersetzbar unter Abscheidung pulveriger Kieselsäure. Dampft man die Lösung ein (zur Verjagung der HCl), nimmt den Rückstand mit wenig Wasser auf und setzt auf einem Objektträger Platinchlorid zu, so bilden sich gelbe reguläre Kriställchen von Kaliumplatinchlorid (Fig. 14). Mit Kieselflufssäure erhält man wasserhelle, schwach lichtbrechende Würfelchen von Kieselfluorkalium; doch ist erstere Reaktion vorzuziehen. — V. d. L. unschmelzbar und unveränderlich. — Häufigstes Umwandlungsprodukt ist Analcim (Rothweil), mitunter auch zeolithische Faserbüschel.

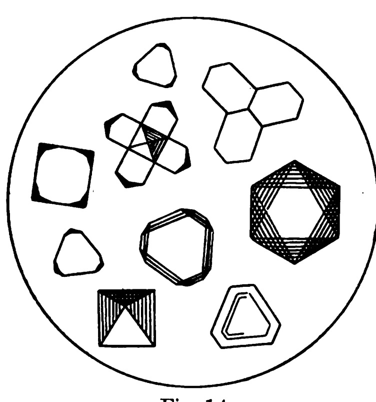


Fig. 14.

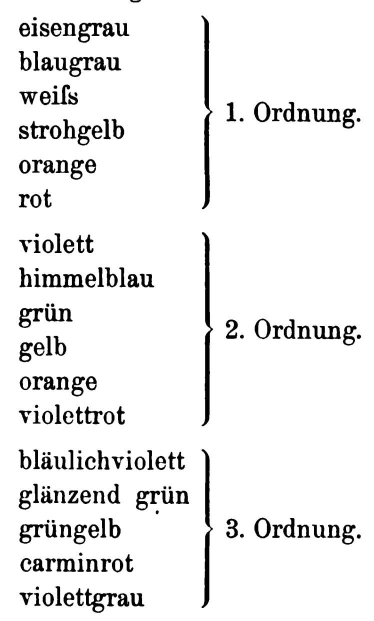
Spez. Gew.: 2,45 — 2,5. *H.*: 5,5 — 6.

Unterscheidung von Analcim durch Mikrostruktur, mit Sicherheit nur auf chemischem Wege durch Nachweis des K und durch Tinktionsversuche; durch letzteres Mittel auch von Nephelin (siehe diesen) in gewissen basaltischen Gesteinen.

II. TETRAGONALE MINERALIEN.

Im Schliffe quadratische oder achtseitige Querschnitte und bei der meist säulenförmigen, seltener durch Vorwiegen von 0P(001)

tafelartigen Ausbildung schlanker oder gedrungener leistenförmige Längsschnitte. — Optisch einaxig; die optische Axe fällt mit der kristallographischen Hauptaxe c zusammen und ist entweder Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$ (das Mineral dann positiv doppelbrechend, $c = \mathfrak{c}$) oder der gröfsten $\mathfrak{a}$ (Doppelbrechung negativ, $c = \mathfrak{a}$). Basisschnitte im parallelen polarisierten Lichte unter + Nic. isotrop, Längsschnitte gerade auslöschend, d. h. sie werden jedesmal dunkel, sobald ihre Hauptaxe (oder die derselben parallelen Leistenkanten oder Spaltrisse) mit einem Nicolhauptschnitte (einem Arme des Fadenkreuzes) zusammenfällt. In allen anderen Lagen farbig polarisierend und zwar in der 45^{0}-Stellung mit dem Maximum der Farbe, deren Höhe von der Art des Minerals abhängt und bei demselben Mineral mit der Differenz der beiden Brechungsexponenten ω (für den ordentlichen Strahl O) und ε (für den aufserordentlichen Strahl E), mit der Dicke des Blättchens und mit der Annäherung der Schnittlage an die Richtung der Hauptaxe zunimmt. Die Reihenfolge dieser Farben ist die der Newtonschen Farbenringe. Meist treten Farben der 1. und 2. Ordnung auf.



Farben	Ordnung
eisengrau, blaugrau, weifs, strohgelb, orange, rot	1. Ordnung.
violett, himmelblau, grün, gelb, orange, violettrot	2. Ordnung.
bläulichviolett, glänzend grün, grüngelb, carminrot, violettgrau	3. Ordnung.

Höhere Ordnungen zeigen nur einen Wechsel zwischen matt meergrün und matt fleischrot oder einen eigentümlich weifslichen Farbenton. — Eine Anschauung giebt die Farbentafel am Ende des 1. Bandes der Mikroskopischen Physiographie (Rosenbusch), die Be-

trachtung eines Quarzkeils unter + Nic., auch die Quarz- und Feldspatschnitte der Präparate während des Schleifens bei allmählichem Dünnerwerden, desgleichen keilförmige Ränder lebhaft polarisierender Mineralien im fertigen Präparate.

Im konvergenten polarisierten Lichte (S. 18)[1] zeigen Basisschnitte das Axenbild einaxiger Kristalle: schwarzes fixes Kreuz mit oder ohne Farbenringe (Fig. 15). In Schnitten schief zu c bewegt sich das Axenbild je nach der Neigung des Schnittes innerhalb oder aufserhalb des Gesichtsfeldes in derselben Richtung, in welcher man den Objekttisch dreht; die Kreuzarme verschieben sich dabei parallel mit sich selbst (Fig 16); bei stark geneigten Schnitten krümmen sich die schwarzen Balken kurz vor dem Austreten aus dem Gesichtsfelde ein wenig und haben dann Ähnlichkeit mit solchen zweiaxiger Interferenzfiguren.

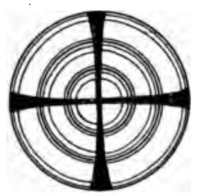


Fig. 15.

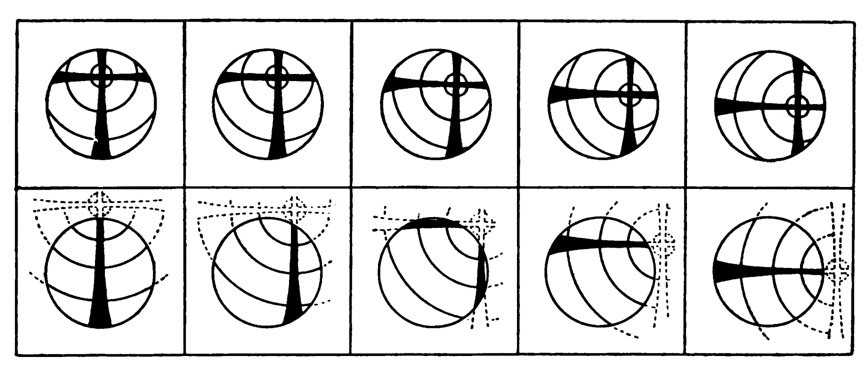


Fig. 16.

Obere Reihe: Wenig schiefer Axenaustritt.
Untere „ : Schiefer Axenaustritt.

Der Pleochroismus (2 Farben) ist bei den gesteinbildenden farbigen Mineralien des Tetragonalsystems (Anatas ausgenommen) so schwach, dafs er für die Diagnose keine Bedeutung besitzt.

---

1) Man kann das Axenbild auch unter Belassung des Okulars nach Einsetzen einer Bertrandschen Linse beobachten, die entweder seitlich in den Tubus geschoben wird oder mit einem Okular fest verbunden ist. Das Axenbild erscheint dadurch vergröfsert, aber etwas weniger scharf. Diese Art der Beobachtung ist unerläfslich bei der Bestimmung des Axenwinkels zweiaxiger Mineralien (siehe Muscovit).

21. ZIRKON.

Form: Gewöhnlich kurz prismatisch (Fig. 17): ∞P(110)·P(111), auch ∞P∞(100)·P(111), bisweilen terminal recht flächenreich. In granitischen Gesteinen (Rapakiwi, Biotitgranit von Strehlen in Schlesien, von der Lausitz u. v. a.), besonders in den wasserhellen Quarzschnitten als kleine, meist gedrungene und nicht selten modellscharfe Kriställchen, welche sich durch ihre dunkle Umrandung von den ähnlichen, viel häufigeren Apatitsäulchen unterscheiden. Die gröſseren (z. B. im Rapakiwi) lassen mitunter Zonenbau und mancherlei Einschlüsse erkennen. Um die wirkliche Gröſse dieser Kriställchen zu ermitteln, möge man eins derselben messen. Hierzu sind teils Schlitteneinrichtungen am Objekttische im Gebrauch, deren Bewegung an dem geteilten Kopfe einer Mikrometerschraube abgelesen wird, teils sind auf gleiche Weise verschiebbare Marken im Okular vorhanden. Einfacher als diese empfindlichen Apparate und mindestens ebenso zuverlässig sind Glasmikrometer, welche entweder mit einem Okular fest verbunden sind oder in ein dazu bestimmtes eingelegt werden. Aus der Anzahl der Teilstriche, über die sich das Kriställchen hinwegerstreckt, ergiebt sich dessen Länge, da der Wert eines Teilstriches auf der dem Mikroskope beigegebenen Tabelle verzeichnet ist. — Vereinzelte mittelgroſse Individuen enthalten die Pyroxengranitporphyre und Pyroxenquarzporphyre der Umgegend von Beucha bei Leipzig. Kleine Individuen sind verbreitet in Gneiſsen und konstant in Quarzsanden zu finden, wenn man deren Schlämmrückstand untersucht. — Über Zirkone mit pleochroitischen Höfen in Biotit und Cordierit siehe diese beiden Mineralien. Spaltbarkeit nach ∞P(110) nicht wahrnehmbar in Kriställchen.

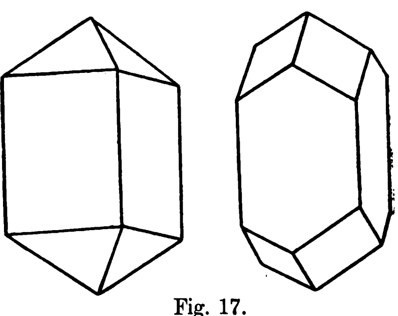


Fig. 17.

Optisches: Im Schliffe in der Regel farblos. Starke Lichtbrechung: $\omega_{na} = 1{,}92$, $\varepsilon_{na} = 1{,}97$ im Mittel; daher starke Konturen, deutliches Relief und rauhe Oberfläche, letztere besonders an gröſseren Schnitten. $\varepsilon - \omega = 0{,}05$; daher die lebhaften roten, blauen und grünen Polarisationsfarben selbst kleiner Individuen unter + Nic. Basisschnitte geben im konvergenten Licht (s. S. 18) das Axenkreuz

und einige Ringe. Doch eignen sich die gesteinbildenden Zirkone wegen ihrer Kleinheit meist nicht zu dieser Prüfung; man mufs sie an gröfseren Kristallen, z. B. an den gewisser südnorwegischer Syenite anstellen. Vorzügliche Dienste leistet für solche Zwecke auch die von Voigt und Hochgesang, Göttingen, hergestellte Sammlung orientierter Kristallschnitte. An Basisschnitten kann man die Bestimmung des optischen Charakters vornehmen, der beim Zirkon positiv ist (c = c). Man schiebt, nachdem die Interferenzfigur hergestellt ist, in den Schlitz unmittelbar über dem Objektiv eine Viertelundulationsglimmerplatte; an Stelle des dunklen Kreuzes erscheinen 2 dunkle Punkte, deren Verbindungslinie entweder in die auf dem Glimmerblättchen durch einen Strich markierte Axenebene fällt (optisch negativ) oder wie beim Zirkon senkrecht darauf steht (optisch positiv). — Pleochroismus im Schliffe nicht wahrnehmbar.

Chemisches: $ZrSiO_4$. Unangreifbar von Säuren (auch HF) mit Ausnahme heifser H_2SO_4. Zersetzungserscheinungen nicht bekannt. — Der Nachweis des Zr erfolgt dadurch, dafs man eine kleine Probe mit etwa der doppelten bis dreifachen Menge Soda im Platintiegel zusammenschmilzt, wenige Minuten in heller Rotglut erhält und die Schmelze mit heifsem Wasser unter Zusatz von wenig HCl auslaugt; der Rückstand besteht aus wasserhellen (bisweilen durch Spuren von Pt gelblichen) hexagonalen Täfelchen von ZrO_2. Bei unvollständiger Auslaugung erhält man aufserdem noch rhomboëdrische Kriställchen von Natriumzirkonat. Gröfsere Portionen mit der zehnfachen Menge Soda ca. 10 Minuten bei heller Rotglut geschmolzen geben nach dem Auslaugen stark lichtbrechende quadratische Kristalle und Wachstumsformen von ZrO_2. Die gleichen Gebilde erhält man durch Einschmelzen von Zirkon in der Boraxperle; letztere drückt man noch heifs breit oder laugt sie in einem kleinen Uhrschälchen aus. — Bei ganz geringen Mengen (besonders zur Unterscheidung von Rutil und Zinnstein) kann man SiO_2 nachweisen, indem man ein kleines Zirkonkörnchen mit Soda am Platindraht zusammenschmilzt und die Perle auf einem durch Canadabalsam geschützten Objektträger mit chemisch reiner HF betupft; nach dem Verdunsten findet man kleine hexagonale Kriställchen von Kieselfluornatrium (siehe Nephelin).

Spez. Gew.: 4,4—4,7. *H.*: 7,5.

Isolierung durch HF (so aus Graniten), eventuell unter Benutzung des hohen spez. Gew. und eines Elektromagneten, dem Zirkon nicht folgt.

Unterscheidung von Apatit durch starke Lichtbrechung, hohe Polarisationsfarben und Unlöslichkeit in HCl und HF; von Rutil durch Farblosigkeit und (wie auch von Zinnstein) durch Nachweis von Zr oder SiO_2.

22. RUTIL.

Form: Prismatisch; hauptsächlich $\infty P(110) \cdot \infty P\infty(100) \cdot P(111)$; terminale Flächen oft fehlend; auch Körner und feinste dunkle Nädelchen. — Im Glaukophanschiefer von Groix als honiggelbe bis fuchsrote Säulchen und Körner, erstere, wenn sie nicht allzu klein sind, hin und wieder mit den feinen, scharfen Spaltrissen nach $\infty P(110)$. Nicht selten Zwillinge, teils nach $P\infty(101)$ („Kniezwillinge“, Fig. 18, *a*), deren c-Axen ca. 114° bilden, teils nach $3P\infty$ („Herzzwillinge“, Fig. 18, *b*), c-Axen unter ca. 55° geneigt. Die Winkelmessung geht u. d. M. so vor sich, dafs man bei genau zentriertem Instrument den Scheitel des betreffenden Winkels in den Schnittpunkt des Fadenkreuzes und einen Schenkel mit einem Fadenkreuzarme zur Deckung bringt, jetzt den Stand des Objekttisches am Nonius abliest, dann den anderen Schenkel in denselben Fadenkreuzarm dreht und wieder abliest; die Differenz beider Ablesungen ergiebt direkt den Winkel. — Im Eklogit (Fattigau u. a.) braunrote Körner und Körnerhaufen von Rutil; im Granulit, besonders im glimmerarmen bis -freien konstant vereinzelte honiggelbe Säulchen mit meist gegabelten Enden, auch Zwillinge. Verbreitet als feine Nädelchen, Nadelbüschel oder Netzwerke, deren Individuen sich unter ca. 60° schneiden (Sagenit, Fig. 18, *c*), in den Biotittafeln vieler Granite, Gneifse, Kersantite, besonders bei beginnender chloritischer Zersetzung (grün) des Glimmers. In Phylliten und besonders in Thonschiefern als winzige dunkle Nädelchen, wie kurz gehackte Haare aussehend („Thonschiefernädelchen“). Zum Rutil gehören vielleicht auch die feinen schwarzen, haarähnlichen, oft gebogenen Mikrolithen in den wasserhellen Quarzschnitten mancher Granite und Granulite.

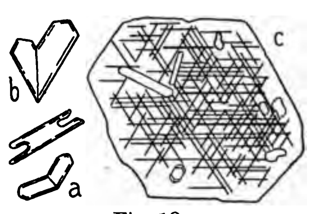


Fig. 18.

Optisches: Lichtgelb, honiggelb, braunrot je nach der Dicke. Stärkste Lichtbrechung unter allen gesteinbildenden Mineralien: $\omega_{na} = 2{,}616$, $\varepsilon_{na} = 2{,}903$. Doppelbrechung positiv $(c = \mathfrak{c}) \cdot \varepsilon - \omega = 0{,}287$; das würde die weifslichen Farben der höheren Ordnungen ergeben,

die indessen von der Eigenfarbe verdeckt werden. — Pleochroismus meist kaum merklich.

Chemisches: TiO_2. Von HCl und HF nicht angreifbar (und dadurch unschwer zu isolieren), wohl aber durch ein Gemisch von HF und H_2SO_4, sowie durch H_2SO_4 allein. — Violette Phosphorsalzperle (kalt) im Reduktionsfeuer. Sehr kleine Mengen TiO_2 lassen sich nachweisen durch Schmelzen der Probe mit entwässertem Kaliumbisulfat am Platindrahte und Betupfen der Perle auf einer Porzellanunterlage mit wenig H_2O_2, welches sich gelb bis orange färbt. — Bei der (nicht häufigen) Verwitterung bildet sich zumeist eine undurchsichtige, im auffallenden Lichte gelblichweifse Masse anscheinend von derselben Art, wie sie auch aus Titaneisen hervorgeht (Leukoxen = Titanit, S. 9).

Spez. Gew.: 4,2—4,3. *H.*: 6—6,5.

Unterscheidung von Zirkon durch Farbe und Ti-Reaktion; durch letztere auch von Zinnstein.

23. ANATAS.

Als blaue oder bräunlichgelbe, metallglänzende, recht kleine Pyramiden, einschlufsfrei und von sehr starker Lichtbrechung ($\omega_{Na} = 2{,}562$, $\varepsilon_{Na} = 2{,}489$). Verbreitet in den grünen chloritischen Umwandlungsprodukten der Augite in Diabasen; nicht selten auch in Spilositen und Adinolen aus Kontakthöfen an Diabasen. — Die sehr hohen Polarisationsfarben von der Eigenfarbe verdeckt. Doppelbrechung negativ ($c = \mathfrak{a}$). Pleochroismus meist schwach: beim Drehen des Präparates (oberer Nicol entfernt) Wechsel zwischen tiefer und heller Blau (resp. dunkler und lichter Gelb).

Chemische Zusammensetzung: TiO_2. Verhalten gegen Säuren, Reaktionen und Isolierung wie Rutil. — Spez. Gew.: 3,83—3,93. H.: 5,5—6.

24. ZINNSTEIN (CASSITERIT).

Prismatische Kristalle der Kombination $\infty P(110) \cdot P(111)$, meist ohne terminale Flächen; auch Körner. — Farblos, gelb, braunrot, oft streifig, wie z. B. in australischem Zinnsteinsand, im Zinnstein von Altenberg, Sachsen (hier oft zonal mit dunklem Kern und hellem Rande). Starke Lichtbrechung: $\omega_{Na} = 1{,}997$, $\varepsilon_{Na} = 2{,}093$; optisch positiv ($c = \mathfrak{c}$), wie man an Basisschnitten im konvergenten Lichte bestimmen kann (S. 32), die das Kreuz und 1—2 Ringe geben. Im parallelen Lichte unter + Nic. erhält man die unbestimmt weifslichen Farben hoher Ordnungen, oft von der Eigenfarbe verdeckt; nur sehr dünne Schnitte zeigen die lebhaften Farben 3. Ordnung. — Zwillinge nach $P\infty$, wobei sich die Hauptaxen unter ca. 112° schneiden (entsprechend den Kniezwillingen des Rutil), sind nicht häufig; reichlich vorhanden in Zinnstein von Cornwall, dessen Individuen auch die sonst nur undeutlich hervortretende Spaltbarkeit nach $\infty P\infty$ zeigen (Längsrisse in Längsschnitten, rechtwinkelig sich kreuzende Sprünge in Basisschnitten) und sich wegen ihrer Gröfse gut zur Gewinnung von Axenbildern eignen. — Ver-

einzelt in Greisen; auch als winzige Einschlüsse im hellblonden Lithion-Eisenglimmer des Granits vom Greifenstein im Erzgebirge.

Chemische Zusammensetzung: SnO_2. Unangreifbar von Säuren und dadurch leicht zu isolieren. Durch eine minimale Menge Zinnstein wird eine durch Kupfervitriol blau gefärbte Boraxperle im Reduktionsfeuer rubinrot (einzig sichere Unterscheidung von Rutil und Zirkon). — Spez. Gew.: 6,8—7. H.: 6—7.

25. MELILITH.

Form: Quadratische Tafeln von der Kombination $0P(001) \cdot \infty P \infty (100)$, dazu nicht selten untergeordnet ∞P (Fig. 19). Schnitte ‖ c langgestreckte Rechtecke (wobei deren kurze Seiten der c-Axe entsprechen); Basisschnitte achtseitig oder rundlich, recht selten im Schliffe. In frischen Melilithbasalten, z. B. von Neuhausen bei Urach, liegen die farblosen Leistchen in grofser Zahl neben gleichfalls wasserhellen, aber gröfseren Olivinschnitten. Die unvollkommene Spaltbarkeit nach $\infty P \infty (100)$ ist an den kleineren Individuen gar nicht, an gröfseren bisweilen durch wenige annähernd der Längsrichtung parallele Sprünge sichtbar. Charakteristisch aber ist eine Faserung, die, senkrecht auf $0P(001)$ stehend, von beiden Seiten her mehr oder weniger weit nach der Mitte hinreicht (Fig. 20, *a*). Bei starker Vergröfserung erweisen sich die Fasern oft als speer- oder keulen- oder spatelförmige Gebilde („Pflockstruktur"), die in Basisschnitten als feine Kreischen erscheinen und wahrscheinlich aus Glas bestehen. Man durchsuche auch andere Melilithbasalte, z. B. aus der schwäbischen Alb, aus der Umgegend von Wartenberg in Nordböhmen (Dewin, Spitzberg), vom Goldstein in der sächsischen Schweiz etc. — Ohne kristallographische Umgrenzung findet sich der Melilith im Leucitit vom Capo di Bove, schon mit blofsem Auge im Schliffe als fahlgelbe Flecke erkennbar, u. d. M. durch seine Faserung von dem ebenfalls wasserhellen Nephelin zu unterscheiden und von kränzchenführenden Leuciten durchwachsen (Fig. 20, *b*).

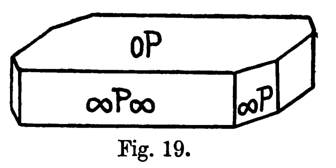


Fig. 19.

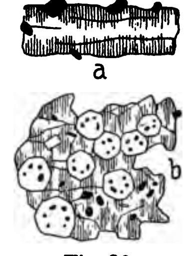


Fig. 20.

Optisches: Farblos bis blafsgelblich. Lichtbrechung nicht stark: $\omega_{na} = 1,634$, $\varepsilon_{na} = 1,629$. Die geringe Differenz $\omega - \varepsilon = 0,005$ bedingt die niedrigen blaugrauen, oft sehr charakteristisch lavendelblauen Polarisationsfarben; Basisschnitte geben im konvergenten Lichte selten noch ein ganz verwaschenes schwarzes Kreuz, meist

gar keins, sondern nur den dunklen zentralen Teil desselben, geschweige denn Farbenringe. Doppelbrechung meist negativ ($c = \mathfrak{a}$); bei Einfügung eines Gipsblättchens (S. 41) zeigen die Leistchen blaue Farbe, wenn ihre Längsrichtung mit der Marke auf dem Gips zusammenfällt (ihre c-Axe also senkrecht auf der des Gipses steht), gelbe Farbe, wenn sie senkrecht dazu liegt (siehe Quarz). — Pleochroismus fehlt meist.

Chemisches: Zusammensetzung schwankend; zur Hauptsache Kalk-Thonerdesilicat mit geringem Gehalt an Mg, Fe und Alkalien. Leicht löslich in HCl unter Bildung von Kieselsäuregelatine. In dieser Lösung Ca als Gips nachweisbar (S. 24). — Melilith wandelt sich sehr leicht unter Trübwerden um entweder in ein faseriges, wahrscheinlich zeolithisches Mineral oder in eine erdige, im auffallenden Lichte gelblichweiſse, kreideähnlich aussehende Masse (siehe unfrische, im Handstück grau erscheinende Basalte der Gegend von Urach).

Spez. Gew.: 2,90—2,95. *H.*: 5—5,5.

26. SKAPOLITH (u. DIPYR).

Form: Meist Körner mit guter Spaltbarkeit nach $\infty P\infty$(100): Längsrisse in Schnitten $\parallel$ c, rechtwinkelig sich kreuzende in Basisschnitten. So z. B. im Pyroxengneiſs von Mühlfeld (niederösterreichisches Waldviertel) neben grünem Pyroxen, grüner Hornblende, Granat und farblosem Mikroklin, welch letzterer sich von dem ebenfalls farblosen Skapolith durch feine Gitterstreifung unter + Nic. unterscheidet. Ebenso in einem Gabbro von Bamle, Norwegen, dessen Diallag in lichtbraune Hornblende und dessen Plagioklas in Skapolith umgewandelt ist. In beiden Fällen nahezu einschluſsfrei. Als Dipyr farblose, rundliche oder elliptische Körner voll von Quarzkörnchen, Muskovitschüppchen und Rutilnädelchen in glimmerreichen Kontaktprodukten der Pyrenäen (Pouzac, Bagnère de Bigorre, Bois du Fajou), bisweilen durch zahllose winzige Kohlepartikel bei schwacher Vergröſserung bläulichviolett erscheinend (Couzeranit). Als Kristalle (Dipyr) in kontaktmetamorphen Kalksteinen von denselben Fundorten in den Pyrenäen; in der Prismenzone vorwiegend begrenzt durch $\infty P \cdot \infty P\infty$ (110·100), selten mit terminalen Flächen ($P = 111$). Im Handstücke oft mit bloſsem Auge kenntlich als schlanke Säulchen; u. d. M. reichlich Quersprünge infolge einer Absonderung nach 0P(001); auſser farblosen Calcitkörnchen, die sich mit Essigsäure entfernen lassen, gewöhnlich keine Einschlüsse; mitunter in mehrere Stücke zersprengt.

Optisches: Farblos. Brechung schwach: $\omega = 1{,}566$, $\varepsilon = 1{,}545$; kein Relief. Doppelbrechung dagegen ziemlich stark: $\omega - \varepsilon = 0{,}021$; Polarisationsfarben daher um Rot 1. Ordnung herum, meist höher. Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein scharfes Kreuz, bisweilen auch den 1. Ring. — Doppelbrechung negativ ($c = \mathfrak{a}$), wie man in Basisschnitten im konvergenten Lichte mittels der Viertelundulationsglimmerplatte (S. 32) oder im parallelen Lichte an Längsschnitten mittels Gips vom Rot 1. Ordnung bestimmen kann (siehe Quarz); diese zeigen die niedere Farbe (1. Hälfte der 1. Ordnung), wenn ihre c-Axe (Spaltrisse) mit der markierten Axenebene des Gipses zusammenfällt, die beiderseitigen c-Axen demnach koincidieren, dagegen die lebhaftere höhere Farbe (2. Hälfte der 2. Ordnung) in einer dazu senkrechten Stellung. — Kein Pleochroismus.

Chemisches: Isomorphe Mischungen von $Ca_4Al_6Si_6O_{25}$ (Meionitmolekül, Me) und $Na_4Al_3Si_9O_{24}Cl$ (Marialithmolekül, Ma). Basische Glieder (Me bis Me_2Ma_1) sind durch Säuren vollkommen zersetzbar ohne Abscheidung von SiO_2, Mischungen von Me_2Ma_1 bis Me_1Ma_2 nur wenig angreifbar, die sauren (Me_1Ma_2 bis Ma) gar nicht mehr. Solche saure, Ca-arme Varietäten sind Dipyr und Couzeranit. In basischen Skapolithen ist der Ca-Gehalt als Gips nachzuweisen (S. 24). — Die Umwandlung erfolgt besonders von den Spaltrissen aus entweder in faserige trübe Aggregate eines noch nicht bestimmten Minerals oder in ein feinschuppiges Haufwerk von Kaolin oder Muscovit (Sericit). Seinerseits ist der Skapolith sehr oft aus Plagioklas entstanden, von welchem mitunter noch frische Reste (an der Zwillingslamellierung unter + Nic. kenntlich) in ihm stecken.

Spez. Gew.: 2,57 (Ma)—2,73 (Me), erleichtert die Isolierung durch schwere Flüssigkeiten. *H.*: 5—5,5.

Unterscheidung: Von Feldspat durch die stets gerade Auslöschung, das Fehlen von Zwillingslamellen und durch die isotropen Basisschnitte resp. den einaxigen Charakter der Interferenzfigur. Von Andalusit und Cordierit, welche beide oft Pleochroismus zeigen, durch Prüfung im konvergenten Lichte, sowie durch die Basisschnitte im parallelen Lichte.

III. HEXAGONALE MINERALIEN.

Querschnitte sechs-, selten zwölfseitig (bei Turmalin auch neunseitig). Alles übrige wie im tetragonalen System. — Pleochroismus (2 Farben) nur bei Turmalin von Bedeutung.

27. QUARZ.

Form: Kristalle von scheinbar holoëdrischer Ausbildung P(10$\bar{1}$1), dazu selten und untergeordnet ∞P(10$\bar{1}$0) fast nur in Ergufsgesteinen. Schnitte ∥c sind Rhomben mit einem Winkel von ca. $103^1/_2{}^0$, ⊥c Sechsecke; so z. B. in Quarzporphyren als Einsprenglinge, schon mit blofsem Auge im Handstücke und im Schliffe neben trüben Feldspateinsprenglingen zu erkennen. U. d. M. infolge magmatischer Korrosion (S. 22) durch Abschmelzung der Ecken und durch zungenartiges Eingreifen der feinkörnigen Grundmasse oft arg verunstaltet (Fig. 21). Die runden Grundmassepartien, die man bisweilen mitten im Quarz antrifft, sind wohl häufiger quer durchschnittene Zungen als wirkliche kugelförmige Einschlüsse. Beachtenswert sind die Glaseinschlüsse, die hier meist als kleine Rhomben oder Sechsecke erscheinen und eine feine äufsere Um-

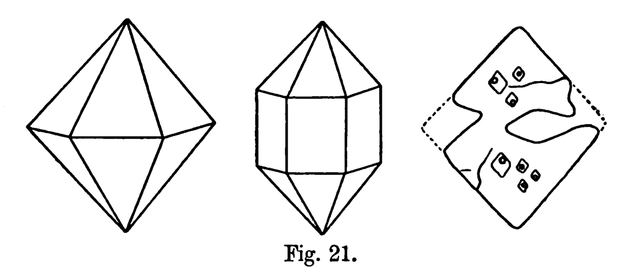


Fig. 21.

grenzung und ein dunkel umrandetes unbewegliches Bläschen (selten mehrere) besitzen; mitunter ragt das Bläschen zum Teil aus dem Glaseinschlusse heraus. Die Glasmasse ist meist farblos, zuweilen blafs gelblich, enthält auch wohl einzelne dunkle mikrolithische Ausscheidungen. Über die Orientierung der Glaspartikel siehe unten (Optisches). Sehr ähnliche Verhältnisse bieten die Quarzeinsprenglinge in Rhyolithen, Quarzporphyriten, Daciten. — Die Spaltrisse verlaufen überall ganz unregelmäfsig; auf ihnen sind nicht selten mancherlei Infiltrationsprodukte zur Ablagerung gelangt.

Körner bildet der Quarz in den hierher gehörigen Tiefengesteinen, z. B. den allermeisten Graniten, wo er im Gegensatz zu den vorhin genannten Gesteinen der zuletzt festgewordene Gemengteil ist und als solcher die Lücken zwischen den übrigen erfüllt und damit einer selbständigen Begrenzung ermangelt. Mit blofsem Auge leicht im Handstücke und im Schliffe von dem braunen Glimmer und den trüben Feldspaten zu unterscheiden. U. d. M. in der Regel reich an Einschlüssen. Solche von Glas fehlen ganz;

dagegen sind breit und dunkel umrandete rundliche Gasporen häufig und besonders Flüssigkeitseinschlüsse (Fig. 22); die kleineren derselben zeigen meist kugel- oder eirunde Form, die gröfseren unregelmäfsige, öfter schlauchartige Gestalt. Ihre Kontur ist beträchtlich dunkler als bei Glaseinschlüssen, die Libelle der kleinen meist beständig in freiwilliger zitternder oder wirbelnder Bewegung, in den gröfseren gewöhnlich stillstehend. Verhältnismäfsig bedeutende Dimensionen erreichen diese Gebilde z. B. in den Quarzen des grobkörnigen Granits von Johanngeorgenstadt im Erzgebirge. Hier trifft man häufig auf Flüssigkeitseinschlüsse, die aufser der Libelle noch ein wasserhelles Würfelchen, wahrscheinlich von Kochsalz, enthalten. Der Inhalt der Flüssigkeitseinschlüsse hat sich teils als Wasser, teils als Salzlösung, teils aber auch als flüssige CO_2 erwiesen. Im letzteren Falle verschwindet die Libelle bei einer Temperatur von 31—32° C., zu deren Erzeugung und Messung man sich eines heizbaren Objekttisches bedienen kann. Ein solcher besteht entweder aus einem flachen Blechkasten, durch welchen mittels Spiritus- oder Gasflamme erhitzte Luft streicht, oder aus einer Platte, die ein durch elektrischen Strom erhitzbares Rost von Platindraht zur Aufnahme des Präparates trägt. (Vgl. N. Jahrb. f. Min. 1891, I, 65 und 68.) Die Objektive, besonders die dem Präparate sehr genäherten starken, üben eine nicht unbedeutende abkühlende Wirkung aus, die zu berücksichtigen ist. Für vorliegende Zwecke thut an Stelle eines heizbaren Objekttisches eine brennende Cigarre, die man nach Entfernung des Polarisators unter die Tischöffnung hält, dieselben Dienste. Bei der Abkühlung des Schliffes kehrt die Libelle unter förmlichem Aufkochen des Einschlusses wieder. — Aufser Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen enthalten die Granitquarze farblose, schwach lichtbrechende Apatitnädelchen, dunkel konturierte Zirkonprismen, gelegentlich braune Biotitschüppchen und Eisenerz. — Ähnliche Quarzkörner sind in geringer Menge enthalten in vielen Syeniten (Plauenscher Grund; Meifsen) neben trübem Orthoklas und grüner Hornblende, ferner als Hauptgemengteil in Gneifsen, häufig in Amphiboliten.

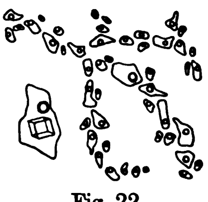


Fig. 22.

Klastischen Quarz enthalten die Grauwacken, deren gröfsere Körner von unzweifelhafter Splitterform je nach ihrem Herkommen verschiedenerlei Einschlüsse führen. Verwandt ist der Quarz in

Quarziten und Sandsteinen. Hier beobachtet man mitunter (Vogesensandstein; Hauptbuntsandstein vom Königsstuhl bei Heidelberg), dafs sich an die einzelnen meist rundlichen Quarzkörner neue Quarzsubstanz (sogenannte „ergänzende Kieselsäure“) in derselben kristallographischen Orientierung angesetzt hat, wie die gleiche Polarisationsfarbe und die gleichzeitige Auslöschung beider erweist. Die Grenzen der ursprünglichen Körner sind meist durch eine dünne Schmutzhaut auf ihrer Oberfläche ersichtlich gemacht, auch wohl durch scharfes Absetzen der Züge von Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen an der neuen Quarzhülle.

Einen charakteristischen Anblick gewährt der Quarz vieler Kontaktgesteine (Quarzglimmerfelse Nordsachsens, der Gegend von Berggiefshübel etc.). Die einzelnen Körner greifen hier nicht, wie z. B. bei den meisten Gneifsen, verzahnt ineinander, sondern setzen geradlinig aneinander ab und bieten bei ungefähr isometrischem Bau das Bild eines Strafsenpflasters oder einer Honigwabe dar („Pflaster- oder Bienenwabenstruktur“). Bezeichnend für solche Quarze in Kontaktgesteinen sind die runden Biotitscheibchen, welche sie meist zentral gehäuft als Einschlüsse führen.

Optisches: Stets farblos und wasserhell. Brechung schwach: $\omega_{na} = 1{,}544$, $\varepsilon_{na} = 1{,}553$, d. i. ungefähr wie Canadabalsam ($n = 1{,}549$); kein Relief. Doppelbrechung nicht stark: $\varepsilon - \omega = 0{,}009$, das giebt im Schliffe unter + Nic. licht Strohgelb der 1. Ordnung. Merkt man sich als Norm, dafs eine Differenz der Brechungsexponenten von etwa 0,01 Blafsgelb, eine solche von 0,02 (Skapolith) Orange bis Rot 1. Ordnung giebt, so kann man, da sich leicht weitere Stufen hinzufügen lassen, aus den Polarisationsfarben der Mineralien annähernd auf die Gröfse dieser Differenz schliefsen. Zur direkten Messung derselben bedient man sich des Babinetschen Kompensators.

Die Exponenten selbst lassen sich an einem Schnitte ‖ c nach der auf S. 16 angeführten Methode bestimmen; man darf aber hierbei den Polarisator nicht entfernen und mufs die 1. Messung (für ε) ausführen, wenn die c-Axe mit der Schwingungsrichtung des unteren Nicols zusammenfällt, die 2. Bestimmung (für ω), wenn man a in diese Lage gebracht hat. Weit genauere Resultate erhält man durch Beobachtung der Totalreflexion, die sich aber nicht am Mikroskope und nicht an den Mineraldurchschnitten eines Gesteinsschliffes anstellen läfst (vgl. darüber N. Jahrb. f. Min. 1882, I, 132 u. Zeitschr. f. Kryst. VII, 1883, 505). — Die rhombenförmigen Quarzschnitte (‖ c)

löschen nach den Diagonalen aus; das Fadenkreuz geht dann auch durch die Diagonalen rhombenförmiger Glaseinschlüsse (z. B. im Quarzporphyr). Reicht ein solcher Einschlufs nicht durch die ganze Schliffdicke hindurch, sondern ist er von Quarz über- oder unterlagert, so erscheinen an seiner Stelle niedere Polarisationsfarben als im umgebenden Quarz, weil ja hier nur eine dünnere Quarzschicht wirksam ist. — Die Doppelbrechung ist positiv, c = 𝔠. Man bestimmt dies an einem rhombenförmigen Schnitte mittels eines Gipsblättchens, welches für sich allein unter + Nic. Rot 1. Ordnung giebt. Leitend dabei ist die Erwägung, dafs eine höhere Farbe erscheinen wird, wenn man ein zweites doppelbrechendes Mineralblättchen so in den Gang der Lichtstrahlen einschaltet, dafs seine 𝔠-Axe mit der des Gipses zusammenfällt (gleichsam Verdickung des Blättchens), dafs dagegen bei gekreuzten 𝔠-Axen niedere Farben als Rot 1. Ordnung auftreten. Die Richtung der 𝔠-Axe des Gipsblättchens ist auf diesem durch einen Strich markiert. Man dreht nun den rhombischen Quarzschnitt so, dafs er das höhere Blau zeigt; dann liegt im Quarze 𝔠 ebenso wie im Gipse und fällt mit der langen Diagonale (c) zusammen; so gewinnt man: c = 𝔠, d. i. positiv. Über die Bestimmung des optischen Charakters (besonders lebhaft polarisierender Mineralien) mittels eines Quarzkeiles siehe Rosenbusch, Mikr. Physiogr. 3. Aufl. I, 154 u. Zirkel, Petrogr. 2. Aufl. I, 63. — Basisschnitte des Quarzes geben im konvergenten Lichte ein schwarzes Kreuz, aber keinen Ring; die Erscheinungen der Zirkularpolarisation kommen wegen der geringen Dicke des Schliffes nicht zur Geltung. An diesem Axenbilde läfst sich ebenfalls der Charakter der Doppelbrechung bestimmen (S. 32); auch kann man dabei statt des Viertelundulations-Glimmerblättchens ein Gipsblättchen vom Rot 1. Ordnung benutzen und man thut dies besonders dann mit Vorteil, wenn die im 1. Falle entstehenden beiden schwarzen Punkte aufserhalb des Gesichtsfeldes fallen. Bei optisch positiven Mineralien erscheinen dann die beiden in der Richtung der 𝔠-Axe des Gipses liegenden Axenbildquadranten blau, die anderen beiden gelb; negative Mineralien zeigen umgekehrte Farbenverteilung.

In Graniten, welche Druckwirkungen ausgesetzt waren (Klotzsche bei Dresden u. a.), löschen die Quarzschnitte nicht mehr mit einem Schlage gleichmäfsig aus, sondern es läuft eine dunkle Welle darüber hin („undulöse Auslöschung"); häufig zeigen dann die Quarzkörner auch noch andere Druckerscheinungen; sie sind zerborsten oder von einem breccienartigen Kranze kleiner Quarztrümmer

umgeben („Mörtelstruktur") oder von Zonen solcher Reibungsprodukte längs der Sprünge durchzogen.

Chemisches: SiO_2. Nur von HF angegriffen, im Schliffe ziemlich langsam, so dafs z. B. die begleitenden Feldspate eher gelöst werden.

Spez. Gew.: 2,65. *H.*: 7.

Unterscheidung: Gut charakterisiert durch die sehr unvollkommene Spaltbarkeit, die wasserhellen Schnitte ohne alle Spur von Zersetzungserscheinungen. — Von Cordierit und frischem Orthoklas und Plagioklas im kleinkörnigen Gemenge mancher Hornfelse und Grundmassen siehe unter diesen Mineralien.

28. TRIDYMIT.

Makroskopische, auf Hohlräumen sitzende dünne hexagonale Täfelchen und auch am eigentlichen Gesteinsgewebe beteiligt. In letzterem Falle zeigt der Dünnschliff sehr charakteristisch dachziegelartig übereinanderliegende wasserhelle sechsseitige Blättchen, zu unregelmäfsig begrenzten Partien vereinigt (Fig. 23); besonders schön und deutlich im Augitandesit von San Cristobal bei Pachuca (Mexiko), auch in Trachyten nicht selten (Drachenfels; Zentralfrankreich u. a.), gern in der Nähe der grofsen Sanidine. Ohne Spaltbarkeit und Einschlüsse. Brechung schwach: $n = 1,477$ im Mittel. Doppelbrechung gering, Schnitte $\perp$ c grau, in dünnen Schnitten nur bei Prüfung mit Gips wahrnehmbar. Basisschnitte isotrop; doch zeigen in solcher Lage die aufgewachsenen gröfseren Kriställchen unter + Nic. Zwillingslamellen anscheinend trikliner Natur, die bei ca. 130° verschwinden.



Fig. 23.

Chemische Zusammensetzung: SiO_2; nur in HF, heifser Sodalösung oder Kalilauge löslich. — Spez. Gew.: 2,28—2,33.

29. CHALCEDON.

In Gesteinen nur sekundär, Hohlraumausfüllung, von sehr feiner radialfaseriger Textur, farblos oder infolge Infiltrationen gelblich oder grünlich. Zum Studium eignen sich Achatschliffe, auch Kieseloolithe, wo er nicht selten die Zwischenräume der einzelnen Kugeln erfüllt. — Polarisationsfarben wie Quarz, aber optisch negativ ($\mathfrak{c} = \mathfrak{a}$), wie die Prüfung mit Gips zeigt (S. 41). Schnitte durch das Zentrum kugeliger Gebilde geben im parallelen Lichte unter + Nic. ein schwarzes Kreuz, welches beim Drehen des Präparates an seiner Stelle bleibt; nicht zentrische Schnitte zeigen feinkörnige Aggregatpolarisation. Bildet in verschiedenen Ergufsgesteinen Mandeln und ist dann, z. B. in Basalten, wohl zu unterscheiden von dem ebenfalls Blasenräume erfüllenden radialfaserigen Natrolith, bei welchem aber $\mathfrak{c} = \mathfrak{c}$ und welcher auch in HCl löslich ist, worauf die gebildete Kieselsäuregelatine tingiert werden kann (siehe Nephelin).

Chemische Zusammensetzung: SiO_2. Verhalten gegen Säuren wie Quarz. — Spez. Gew.: 2,59—2,64.

30. CALCIT.

Form: In Gesteinen nur Körner mit sehr vollkommener Spaltbarkeit nach R(10$\bar{1}$1) und häufiger Zwillingslamellierung nach — $^1/_2$ R(01$\bar{1}$2), deren gegenseitige Lage man sich an einem Rhomboëdermodelle klar mache. Jeder weiſse, kristalline Kalkstein (Marmor) zeigt diese Verhältnisse. Einschlüsse selten; zahlreiche Kohlepartikel bringen graue bis schwarze, Eisenderivate rote Färbung hervor. — Vielfach als Mandelausfüllung z. B. in Diabas- und Melaphyrmandelsteinen, die ganze Mandel mitunter ein einziges Individuum bildend, wie man an der einheitlichen Spaltbarkeit erkennt. In seltenen Fällen radialfaserig ausgebildet (manche Basaltmandeln) und dann auf optischem Wege nicht von Aragonit zu unterscheiden. In Oolithen (des Jura z. B.) bald als radialfaserige Kügelchen, bald als konzentrisch-schalige, bald beide Typen vereinigt; in der Mitte bemerkt man mitunter ein fremdes Mineralkörnchen, ein gröſseres Calcitpartikelchen oder ein organisches Fragment, welches dem ganzen Gebilde augenscheinlich als Ausgangs- und Ansatzpunkt gedient hat. — Vielfach ist Calcit aus der Zersetzung Ca-haltiger Mineralien (besonders basischer Plagioklase) hervorgegangen, findet sich dann als unregelmäſsige Fetzen im Gesteinsgewebe (Melaphyr, Kersantit u. a.) und ist am besten im polarisierten Lichte in seiner ganzen Verbreitung zu übersehen.

Optisches: Farblos. $\omega_{na} = 1,658$, $\varepsilon_{na} = 1,486$. Glatte Oberfläche und kein Relief. Doppelbrechung bedeutend: $\omega - \varepsilon = 0,172$; das giebt unter + Nic. die unbestimmten weiſslichen Farben der hohen Ordnungen; in den allerdünnsten Schnitten (am Rande des Schliffes besonders) rot und grün irisierend. Basisschnitte zeigen im konvergenten Lichte das Kreuz und einige Ringe; hier ist auch der negative Charakter der Doppelbrechung bestimmbar (S. 32).

Chemisches: $CaCO_3$. Leicht löslich unter Entwickelung von CO_2 in allen, selbst stark verdünnten Säuren (auch Essigsäure) schon in der Kälte, in Stücken und im Schliffe. Um bei kleinen Mengen im Dünnschliffe das Entweichen von CO_2 nicht zu übersehen, verhindert man das Platzen der Bläschen durch Auflegen eines Deckgläschens auf die mit einem Wassertropfen versehene Schlifffläche; die Säure läſst man von der Seite her zutreten. — Da die Ätzfiguren je nach Lage der angegriffenen Fläche ihre Form ändern, sind sie zur Diagnose im Dünnschliffe nicht geeignet. Man möge aber an einem Spaltungsstück von Calcit durch Übergieſsen mit verdünnter HCl und sofortiges Abspülen in Wasser die drei-

seitigen Grübchen einmal hervorrufen; bei der Betrachtung derselben u. d. M. verschiebt man zweckmäſsig den Spiegel möglichst weit seitlich.

Spez. Gew.: 2,72. *H.*: 3.

Unterscheidung: Praktisch von Bedeutung ist die Auseinanderhaltung von Calcit und Dolomit; letzterer braust mit Essigsäure und kalter verdünnter HCl nicht, zeigt wohl nie Zwillingslamellen, dafür aber in der Regel die Schnittfiguren des Rhomboëders im Dünnschliffe. Von Vorteil sind folgende Niederschlagsreaktionen: Aus einer Lösung von Fe_2Cl_6, welche man auf dem Schliffe ausbreitet, schlägt Calcit schon nach 1 Minute eine Haut von braunem Eisenoxydhydrat auf seiner Oberfläche nieder, die man nach vorsichtigem Abspülen in Wasser durch $(NH_4)_2S$ schwarz färben kann. Dolomit hat in dieser Zeit mit der Fällung kaum begonnen. Ebenso schlägt Calcit aus einer Lösung von 4 Teilen Chloraluminium in 60 Teilen Wasser, welchem man unter Kochen 6 Teile Blauholz zusetzt, innerhalb 5—10 Minuten eine violette Schicht von Hämatoxylinthonerde nieder, Dolomit in derselben Zeit keine oder fast keine. — Um Mg-reiche und Mg-arme Calcite zu unterscheiden, bedeckt man den Schliff mit einer Lösung von Ammoniumphosphat in verdünnter Essigsäure; die Einwirkung dieser letzteren hört schon bei einem Gehalte von 12—15% $MgCO_3$ infolge Bildung einer Haut von Ammon-Magnesiumphosphat auf.

31. DOLOMIT.

Rhomboëder, welche im Schliffe (z. B. von körnigem Dolomit) Dreiecke, Sechsecke und besonders Rhomben ergeben, öfter verzerrte Formen. Spaltbarkeit nach R $(10\bar{1}1)$ wie bei Calcit, aber keine Zwillingsbildung. — Farblos, oft durch fein verteiltes Brauneisen gelblich. Lichtbrechung wenig höher als Calcit: $\omega_{na} = 1{,}682$, $\varepsilon_{na} = 1{,}503$; Doppelbrechung etwas stärker: $\omega - \varepsilon = 0{,}179$. Optisch negativ. Polarisationsfarben und Axenbild wie Calcit.

Chemische Zusammensetzung: $CaMgC_2O_6$, oft mit Beimengung des isomorphen $FeCO_3$. Von Essigsäure und kalter verdünnter HCl nicht merklich angreifbar, in heiſser HCl unter Brausen löslich. — Spez. Gew.: 2,85—2,95. — H.: 3,5—4,5.

Über die Unterscheidung von Calcit siehe diesen.

32. NEPHELIN (u. ELÄOLITH).

Form: Gedrungene, scheinbar holoëdrische Prismen: $\infty P \cdot 0P$ $(10\bar{1}0 \cdot 0001)$; Durchschnitte $\perp$ c sind Sechsecke, $\parallel$ c kurze Rechtecke, fast Quadrate. Recht deutlich im Phonolith vom Spitzberg

bei Brüx (Nordböhmen) neben grünem Ägirin und ebenfalls farblosen, aber langgestreckten Sanidinleistchen. Die gröfseren Nephelinschnitte zeigen nicht selten eine unvollkommene Spaltbarkeit nach 0P, auch wohl nach ∞P und enthalten neben spärlichen winzigen Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen ganz blafsgrüne bis farblose Augitmikrolithen parallel der Umgrenzung eingelagert (Fig. 24); bei kleinen Individuen erkennt man dies erst bei stärkerer Vergröfserung deutlich. Ähnliches bieten andere nephelinitoide Phonolithe dar (Tollenstein in Nordböhmen, Milseburg in der Rhön und viele andere). Manchmal treten die Durchschnitte infolge einer Umrahmung durch grüne Ägirinsäulchen besonders deutlich hervor. — Ohne kristallographische Begrenzung, die Lücken zwischen den anderen Gemengteilen erfüllend, sitzt Nephelin im doleritischen Nephelinit des Löbauer Berges, wo er eine farblose, infolge beginnender Umwandlung von einzelnen trüben Striemen durchzogene Masse zwischen dem bräunlichvioletten Titanaugit und dem schwarzen Eisenerz bildet. Ebenso, nur in kleinerem Mafsstabe (als sogenannte „Nephelinfülle"), findet er sich in Nephelinbasalten und Nephelinbasaniten, wo er u. d. M. bald ohne weiteres als farblose Zwischenmasse erkennbar ist (Nephelinbasalt vom Löbauer Berge), bald so spärlich und versteckt auftritt (besonders in den trachytoiden Phonolithen, in vielen Nephelinbasaniten und Nephelintephriten der Lausitz und Nordböhmens), dafs seine Wahrnehmung erst durch Tinktion möglich wird (siehe unten).

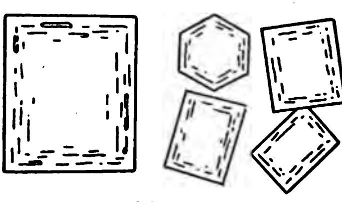


Fig. 24.

Optisches: Farblos. Brechungsexponenten niedrig: $\omega_{na} = 1{,}542$, $\varepsilon_{na} = 1{,}538$; kein Relief. Doppelbrechung sehr schwach: $\omega - \varepsilon = 0{,}004$, daher die niederen graublauen Farben am Anfange der 1. Ordnung; in sehr dünnen Schnitten ist die Doppelbrechung nur durch Prüfung mit Gips festzustellen; dabei zeigt sich, dafs ihr Charakter negativ ist: $c = \mathfrak{a}$ (S. 41). Basisschnitte geben im konvergenten Lichte kaum ein ganz verwaschenes Kreuz, keinen Ring.

Chemisches: Ungefähr $NaAlSiO_8$ mit geringem Gehalt an K. Von HCl unter Abscheidung von Kieselsäuregelatine leicht zersetzbar; aus einem Tropfen der Lösung kristallisieren beim Eindunsten auf einem Objektträger reichlich Kochsalzwürfelchen. Bedeckt man den Schliff kurze Zeit mit einer dünnen Schicht verdünnter HCl, die man schwach erwärmen kann, so bildet sich über dem Nephelin

reichlich auch in der Grundmasse), überall zu den ersten Festwerdungsprodukten gehörig, und fehlen auch im Gneifs, in feldspatführenden Amphiboliten und zahlreichen anderen Gesteinen nicht.

Optisches: Farblos im Schliffe, durch massenhafte Einschlüsse manchmal grau oder braun. $\omega_{na} = 1{,}646$, $\varepsilon_{na} = 1{,}642$; geringes Relief und das grelle Weifs besonders der Basisschnitte. Doppelbrechung schwach: $\omega - \varepsilon = 0{,}004$; graue Polarisationsfarben am Anfange der 1. Ordnung. Bei der Prüfung mit dem Gipsblättchen (S. 41) erweisen sie sich als optisch negativ. Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein unscharfes Kreuz, keinen Ring.

Chemisches: $(FCl)Ca_5P_3O_{12}$. In Säuren leicht löslich ohne Bildung von Kieselsäuregelatine (Unterschied von Nephelin). Trotz der leichten Angreifbarkeit im Gestein stets frisch. — Die Reaktionen, zu welchen man indessen wohl nur selten wird greifen müssen, bezwecken den Nachweis der Phosphorsäure. Man läfst die Apatite durch eine Lösung von molybdänsaurem Ammon in Salpetersäure angreifen; beim Verdunsten auf einem reinen Objektträger entstehen reguläre grünliche, im auffallenden Lichte gelbliche Kriställchen von phosphormolybdänsaurem Ammon. In Lösung befindliche SiO_2 (z. B. aus Nephelin, Haüyn etc.) würde dieselbe Reaktion ergeben. Man dampft daher die Lösung erst auf dem Objektträger ein, um SiO_2 unlöslich zu machen, nimmt in Wasser auf und läfst dieses verdunsten. — Auch kann man den Schliff mit verdünnter HCl behandeln, die Lösung eindampfen, mit Wasser den löslichen Rückstand aufnehmen und Salmiak und Magnesiumsulfat zusetzen, um beim Eintrocknen die rhombischen Kriställchen von Ammon-Magnesiumphosphat zu erhalten.

Spez. Gew.: 3,17—3,23. *H.*: 5.

Unterscheidung: Vor einer Verwechselung der grofsen bestäubten Basisschnitte mit Haüyn schützt das Vorhandensein zugehöriger doppelbrechender Längsschnitte, auch das Axenbild. Nephelin bildet nicht so lange Prismen.

35. TURMALIN.

Form: Rhomboëdrisch-hemimorph; bisweilen wohlbegrenzte Kriställchen, öfter Stengel ohne terminale Flächen, auch Körner. Keine Spaltbarkeit; nur regellose Sprünge. In Turmalinquarziten, Turmalinschiefern und -hornfelsen (Auersberg bei Eibenstock; Einlagerungen in Steiger Schiefer am Hohwald; Cornwall) liegen die Säulchen in dichtem Gewimmel, bisweilen von divergentstrahligen

33. CANCRINIT.

Wasserhelle, kurze, selten länger prismatische Individuen, gewöhnlich ohne terminale Flächen; ebenso häufig Körner, z. B. im Eläolithsyenit von Miask, woselbst sich die vollkommene Spaltbarkeit nach $\infty P(10\bar{1}0)$ in scharfen Rissen ausspricht. Die lebhaften Polarisationsfarben (um Rot 1. Ordnung herum, oft höher) unterscheiden ihn leicht von den anderen farblosen Gemengteilen desselben Gesteins, bei welchen sie Gelb 1. Ordnung (in guten Schliffen) nicht erreichen. $\omega = 1{,}524$, $\varepsilon = 1{,}496$. Doppelbrechung negativ ($\mathfrak{c} = \mathfrak{a}$) und $\omega - \varepsilon = 0{,}028$. Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein scharfes Kreuz und den 1. Ring (im Verein mit den hohen Polarisationsfarben ein wichtiges Unterscheidungsmittel von Eläolith). — Nur in Eläolithsyeniten beobachtet, hier aber nicht gerade selten; als gelbe, im Schliffe fast farblose Individuen im Eläolithsyenit von Litchfield; im Cancrinitsyenit (mit grünem Ägirin) von Särna in Dalekarlien ersetzt er den Eläolith vollständig.

Chemische Zusammensetzung: $H_8Na_6Al_4(SiO_4)_4CO_4$ mit Gehalt an Cl. Wird von kalter HCl unter Austreibung von CO_2 und Bildung von Kieselsäuregelatine zersetzt, auch von Oxalsäure unter Abscheidung von Calciumoxalat gelöst. Beim Glühen trübt er sich (Unterschied von Nephelin, welcher dabei klar bleibt).

Spez. Gew.: 2,42—2,46. H.: 5—5,5.

34. APATIT.

Form: Gewöhnlich lang prismatisch von der scheinbar holoëdrischen Kombination $\infty P \cdot P(10\bar{1}0 \cdot 10\bar{1}1)$, dazu mitunter $0P(0001)$. Basisschnitte sechseckig, Längsschnitte meist lang leistenförmig; an letzteren die charakteristische Querabsonderung nach $0P$. Deutlich im Dolerit des Löbauer Berges, wo er manchmal wahre Nester im farblosen Nephelin bildet, auch die braunvioletten Titanaugite durchsetzt. Parallel der c-Axe findet sich nicht selten dunkle Glas- oder Schlackenmasse eingelagert (Fig. 26); in Basisschnitten tritt sie als runde oder sechseckige Flecke aus, die vom Apatit manchmal nur einen schmalen Rand übrig läfst. Grofse Apatite, infolge zahlreicher winziger Einschlüsse wie grau bestäubt aussehend, enthält das doleritische Gestein vom Katzenbuckel im Odenwalde, ähnliche der Leucitphonolith vom Perlerkopf (Eifel); braunbestäubte finden sich vereinzelt, aber recht konstant in den basaltischen Nephelintephriten der Lausitz, Nordböhmens u. a. O. — Als kleine Nädelchen (Fig. 26, *a*) liegen sie im Quarz der Granite, des Tonalit, durchspicken die braunen Biotittafeln der Granite, Minetten (schön in der von St. Michaelis bei Freiberg, hier auch allenthalben in der Grundmasse), vieler Kersantite, besonders der bretonischen (ebenfalls

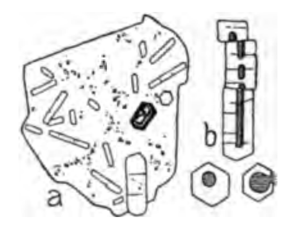


Fig. 26.

reichlich auch in der Grundmasse), überall zu den ersten Festwerdungsprodukten gehörig, und fehlen auch im Gneifs, in feldspatführenden Amphiboliten und zahlreichen anderen Gesteinen nicht.

Optisches: Farblos im Schliffe, durch massenhafte Einschlüsse manchmal grau oder braun. $\omega_{na} = 1,646$, $\varepsilon_{na} = 1,642$; geringes Relief und das grelle Weifs besonders der Basisschnitte. Doppelbrechung schwach: $\omega - \varepsilon = 0,004$; graue Polarisationsfarben am Anfange der 1. Ordnung. Bei der Prüfung mit dem Gipsblättchen (S. 41) erweisen sie sich als optisch negativ. Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein unscharfes Kreuz, keinen Ring.

Chemisches: $(FCl)Ca_5P_3O_{12}$. In Säuren leicht löslich ohne Bildung von Kieselsäuregelatine (Unterschied von Nephelin). Trotz der leichten Angreifbarkeit im Gestein stets frisch. — Die Reaktionen, zu welchen man indessen wohl nur selten wird greifen müssen, bezwecken den Nachweis der Phosphorsäure. Man läfst die Apatite durch eine Lösung von molybdänsaurem Ammon in Salpetersäure angreifen; beim Verdunsten auf einem reinen Objektträger entstehen reguläre grünliche, im auffallenden Lichte gelbliche Kriställchen von phosphormolybdänsaurem Ammon. In Lösung befindliche SiO_2 (z. B. aus Nephelin, Haüyn etc.) würde dieselbe Reaktion ergeben. Man dampft daher die Lösung erst auf dem Objektträger ein, um SiO_2 unlöslich zu machen, nimmt in Wasser auf und läfst dieses verdunsten. — Auch kann man den Schliff mit verdünnter HCl behandeln, die Lösung eindampfen, mit Wasser den löslichen Rückstand aufnehmen und Salmiak und Magnesiumsulfat zusetzen, um beim Eintrocknen die rhombischen Kriställchen von Ammon-Magnesiumphosphat zu erhalten.

Spez. Gew.: 3,17—3,23. *H.*: 5.

Unterscheidung: Vor einer Verwechselung der grofsen bestäubten Basisschnitte mit Haüyn schützt das Vorhandensein zugehöriger doppelbrechender Längsschnitte, auch das Axenbild. Nephelin bildet nicht so lange Prismen.

35. TURMALIN.

Form: Rhomboëdrisch-hemimorph; bisweilen wohlbegrenzte Kriställchen, öfter Stengel ohne terminale Flächen, auch Körner. Keine Spaltbarkeit; nur regellose Sprünge. In Turmalinquarziten, Turmalinschiefern und -hornfelsen (Auersberg bei Eibenstock; Einlagerungen in Steiger Schiefer am Hohwald; Cornwall) liegen die Säulchen in dichtem Gewimmel, bisweilen von divergentstrahligen

grölseren Individuen begleitet. Im Turmalingranit (Gottleuba in Sachsen, Heidelberg) ohne Kristallbegrenzung, als die einzigen farbigen Gemengteile leicht aufzufinden. Im turmalinführenden Granit von Eibenstock makroskopisch als radialstengelige „Turmalinsonnen"; im Schliffe sucht man Turmalin meist vergebens.

Optisches: In braunen oder blauen Farben durchsichtig, nicht selten zonarer Farbenwechsel (besonders in Basisschnitten deutlich). Ausgezeichneter Pleochroismus: Hell, wenn die c-Axe parallel der Schwingungsrichtung (dem Hauptschnitt) des Polarisators geht, dunkel senkrecht dazu. Hierdurch kann man umgekehrt für sein Instrument ein für allemal die Schwingungsebene des unteren Nicols feststellen; man kann sich dazu auch eines der vielen feinstreifigen Biotitschnitte in einem Granit bedienen; dann fällt jene Ebene mit den Spaltrissen des Biotits zusammen, wenn dieser am dunkelsten ist. — Zur Ermittelung des Pleochroismus entfernt man den Analysator, dreht das Turmalinsäulchen so, dafs seine c-Axe und dann seine a-Axe mit dem Nicolhauptschnitte zusammenfällt und notiert die jedesmal erscheinende Farbe. Man würde erhalten: c (d. i. $\mathfrak{a}$ oder *E*) blafsblau bis farblos, a (d. i. $\mathfrak{c}$ oder *O*) tiefblau. Basisschnitte, in welchen nur a-Axen zur Geltung kommen, zeigen natürlich keine Farbendifferenz beim Drehen. Der Pleochroismus läfst Turmalinsäulchen auch dann noch leicht erkennen, wenn sie klein und vereinzelt vorkommen, wie z. B. in vielen Andalusit-Cordierithornfelsen (Kirchberg, Hohwald u. a.). — $\omega_{na} = 1{,}640$, $\varepsilon_{na} = 1{,}620$; Relief schwach. Doppelbrechung bedeutend: $\omega - \varepsilon = 0{,}02$, die Polarisationsfarben (1. Hälfte der 2. Ordnung) meist von der Eigenfarbe mehr oder weniger verdeckt. Basisschnitte zeigen im konvergenten Lichte ein scharfes Kreuz, an welchem sich der negative Charakter der Doppelbrechung feststellen läfst (S. 32).

Chemisches: Zusammensetzung recht kompliziert und schwankend; ungefähr 38% SiO_2, 9—11 BO_2, 32—34 Al_2O_3, 3—17 FeO, 3% Alkalien, 0,5 F, 3% H_2O. Von Säuren (auch HF) nicht angreifbar. Die selten notwendig werdende chemische Prüfung erfolgt am besten dadurch, dafs man eine Probe mit Flufsspat und Kaliumbisulfat am Platindrahte zusammenschmilzt, wobei sich der Borgehalt durch die bekannte grüne Flammenfärbung bemerkbar macht.

Spez. Gew.: 3,0—3,24. *H.*: 7—7,5.

36. EISENGLANZ (HÄMATIT).

Charakteristisch ist die gelbe bis blutrote Farbe der dünnen sechsseitigen Täfelchen (Eisenglimmer), wie sie z. B. das färbende Element im roten Carnallit

bilden und aus diesem leicht durch Lösen eines Stückes in Wasser gewonnen werden können. Von gleicher Farbe findet man sie neben undurchsichtigem, nicht kristallographisch begrenztem Eisenglanz im Eisenglimmerschiefer, in beiden Fällen mit lebhaftem Metallglanz im auffallenden Lichte. — Immer sekundär und daher so oft auf Spalten der Quarze, Feldspate, Glimmer etc. weitverbreitet in Granit, Melaphyr und kristallinen Schiefern, besonders gewissen roten phyllitischen Schiefern. — n = ca. 1,98. Hohe Polarisationsfarben, aber von der Eigenfarbe verdeckt.

Chemische Zusammensetzung: Fe_2O_3. Nur langsam löslich in HCl, viel schwerer als Magneteisen. — Spez. Gew.: 5,2—5,3.

37. KORUND.

Prismatische oder spitz pyramidale, auch tafelige Formen. Im Kyschtymit als beiderseits sich verjüngende Säulchen mit unregelmäfsigen Quersprüngen und von blauer Farbe, die aber nicht gleichmäfsig, sondern fleckig, streifig, oft zentral oder zonar über den Durchschnitt verteilt ist. Lichtbrechung stark: $\omega_{na} = 1{,}769$, $\varepsilon_{na} = 1{,}760$; deutliches Relief und runzelige Oberfläche. Doppelbrechung gering: $\omega - \varepsilon = 0{,}009$ (wie Quarz); unter + Nic. meist Gelb 1. Ordnung. Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein Kreuz, keine Ringe. Doppelbrechung negativ. Pleochroismus hier deutlich: c (d. i. $\mathfrak{a}$ oder E) meergrün, a (d. i. $\mathfrak{c}$ oder O) himmelblau; seine Bestimmung siehe S. 49. — Als ganz blafsblaue Körner neben Magnetit im Smirgel. Zur Beobachtung rührt man das feine Pulver (oder käuflichen Schleifsmirgel) in einen Tropfen gekochten Canadabalsam und legt ein Deckglas auf. — Aufserdem hin und wieder in kontaktmetamorph veränderten Einschlüssen mancher Eifeler Andesite (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1890, 55), des Tonalits (ebendas. 526), des Kersantits von Michaelstein im Harz.

Chemische Zusammensetzung: Al_2O_3. Von Säuren und geschmolzenem Alkalikarbonat nicht angreifbar und dadurch leicht zu isolieren. Aufschliefsbar durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat. — Spez. Gew.: 3,9—4,0. H.: 9 (Prüfung siehe S. 13).

IV. RHOMBISCHE MINERALIEN.

Zwei optische Axen von verschiedenem Winkel (2 V = der eigentliche Axenwinkel im Kristall selbst, 2 E in Luft, 2 H in Öl beobachtet), dessen Wert auch noch für die verschiedenen Spektralfarben wechselt, und zwar ist diese Dispersion bald $\varrho < v$, bald $\varrho > v$, immer aber symmetrisch. Die Axenebene ist stets eins der 3 Pinakoide und die darauf Senkrechte (die optische Normale), sowie die beiden Winkelhalbierenden (spitze und stumpfe Bisectrix) fallen mit den 3 kristallographischen Axen zusammen. In diesen Richtungen existieren 3 verschiedene Werte für die Lichtbrechung; die optische Normale ist die Axe mittlerer Elastizität ($\mathfrak{b}$), die spitze Bisectrix bald die der kleinsten ($\mathfrak{c}$), das Mineral dann optisch positiv, bald die der gröfsten ($\mathfrak{a}$), das Mineral negativ doppelbrechend. Von den 3 Brechungsexponenten (α für $\mathfrak{a}$, β für $\mathfrak{b}$, γ für $\mathfrak{c}$) kommen die

wichtigsten beiden, α und γ, in der Axenebene zur Geltung. Gefärbte Mineralien zeigen drei Axenfarben (Trichroismus).

Die Auslöschung im parallelen Lichte erfolgt nach den 3 Elastizitätsaxen (Bisectricen und optische Normale) und ist in allen Schnitten der 3 Hauptzonen gerade. Im konvergenten Lichte geben Schnitte ⊥ auf eine Bisectrix das Interferenzbild zweiaxiger Kristalle mit disymmetrischer Farbenverteilung, welches je nach der Gröſse des Axenwinkels ganz oder (häufiger) nur zum Teil im Gesichtsfelde liegt. Ein schwarzes Kreuz erscheint, wenn die Axenebene mit einem Nicolhauptschnitte zusammenfällt, und öffnet sich bei der Drehung des Präparates in 2 Hyperbeln, deren Scheitel in der 45°-Stellung ihren gröſsten Abstand erreichen (Fig. 27). Schnitte ⊥

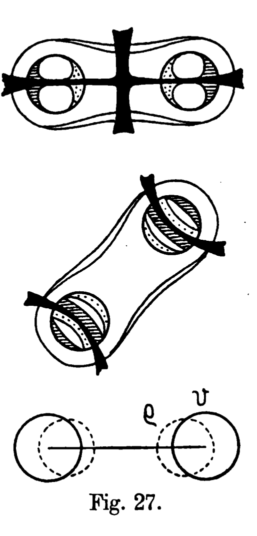


Fig. 27.

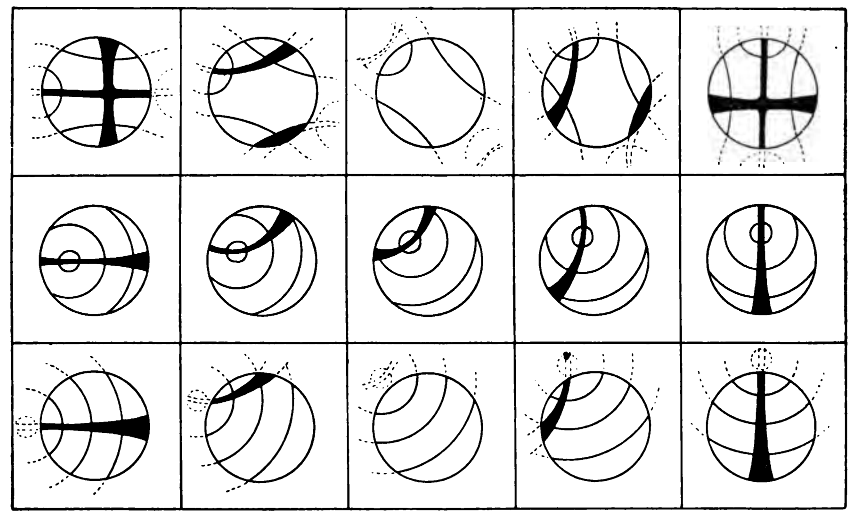


Fig. 28.

Obere Reihe: Fast zentraler (senkrechter) Bisectricenaustritt.
Mittlere ,, : Wenig schiefer Axenaustritt.
Untere ,, : Schiefer Axenaustritt.

auf eine optische Axe löschen im parallelen Lichte unter + Nic. infolge der „inneren konischen Refraktion“ nie völlig aus und zeigen im konvergenten Lichte nur einen dunklen Balken, der sich beim

Drehen des Schliffes unter leichter Krümmung ebenfalls dreht und gestreckt erscheint, wenn die Axenebene des Minerals mit einem Nicolhauptschnitte zusammenfällt. Siehe hierüber wie über das Verhalten geneigter Schnitte Fig. 28.

38. OLIVIN.

Form: Kurzprismatische, oft nach dem Makropinakoid abgeplattete Kristalle von der Kombination $\infty\bar{P}\infty(100)\cdot\infty\breve{P}\infty(010)\cdot\infty P(110)\cdot 0P(001)\cdot\bar{P}\infty(101)\cdot 2\breve{P}\infty(021)\cdot P(111)$, darin $0P$ und P bisweilen fehlend oder sehr schmal (Fig. 29). Spaltbarkeit vollkommen nach $\infty\breve{P}\infty(010)$, unvollkommen nach $\infty\bar{P}\infty(100)$. — Weit verbreitet als wasserhelle, oft infolge beginnender Zersetzung mit grünen oder rotbraunen Rändern und Adern versehene Durchschnitte in Dünnschliffen der Basalte, scharf umgrenzt z. B. im Leucitbasalt vom Schreckenstein bei Aussig, in den Plagioklasbasalten vom Ölberg und Petersberg im Siebengebirge, von Unkel am Rhein, von Stolpen und zahllosen anderen Orten, besonders auch in Magmabasalten (Limburgiten). An Einschlüssen führen diese Olivine nicht selten Magnetitkriställchen, winzige, bei starker Vergröfserung braun durchscheinende Picotitoktaëderchen, runde oder schlauchförmige Flüssigkeitseinschlüsse oft in ganzen Flächenzügen (besonders schön und grofs im Nephelinbasalt von Wohlbach bei Adorf, in den Leucitbasalten vom Mosenberg in der Eifel, von Kosakov im böhmischen Mittelgebirge u. a. O.); auch Gasporen und Glaseinschlüsse kommen vor. Verbreitet sind weitgehende Verunstaltungen der Form durch magmatische Korrosion.

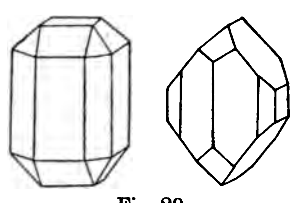


Fig. 29.

Ohne kristallographische Begrenzung sitzt der Olivin in Olivindiabasen (z. B. der Gegend von Neustadt bei Stolpen, von Bischofswerda); hier ist er randlich von kleinen Eisenerzkörnchen erfüllt und von Strängen solcher durchzogen und dadurch im Schliffe leicht von dem farblosen Plagioklas und dem blafsbräunlichen Augit zu unterscheiden. Ganz ähnlich findet er sich auch im Olivingabbro (Volpersdorf, La Prese, skandinavische Vorkommnisse), wo er mitunter eine grofse Menge feiner, schwarzer oder braun durchscheinender Nädelchen enthält. — Körnige Aggregate bildet der Olivin im Lherzolith, im Dunit, in den Olivinknollen der Basalte. Über die seltenen skelettartigen Wachstumsformen (besonders in

glasreichen Basalten) siehe Min. u. petr. Mitteil. 1885, VI, 142 und N. Jahrb. f. Min. 1891, II, 272. — Zwillingen nach $\breve{P}\infty$(011), wobei sich die beiden Individuen durchkreuzen und ihre c-Axen einen Winkel von ungefähr 61° bilden, begegnet man bisweilen in Basalten.

Optisches: Im Handstücke flaschenglasgrün, im Schliffe meist völlig farblos. Axenebene ist 0P(001), die Brachydiagonale a spitze Bisectrix und zwar Axe der kleinsten Elastizität ($\mathfrak{c}$), der Olivin demnach optisch positiv und a = $\mathfrak{c}$, b = $\mathfrak{a}$, c = $\mathfrak{b}$ (Fig. 30); Lichtbrechung bedeutend: $\alpha_{na} = 1{,}661$, $\beta_{na} = 1{,}678$, $\gamma_{na} = 1{,}697$; daher deutliches Relief und deutlich runzelige Oberfläche. Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}036$, das giebt die lebhaften Polarisationsfarben der 2. Hälfte 2. Ordnung (in Basisschnitten);

$\gamma - \beta = 0{,}019$ (‖$\infty\breve{P}\infty$),
$\beta - \alpha = 0{,}017$ (‖$\infty\bar{P}\infty$).

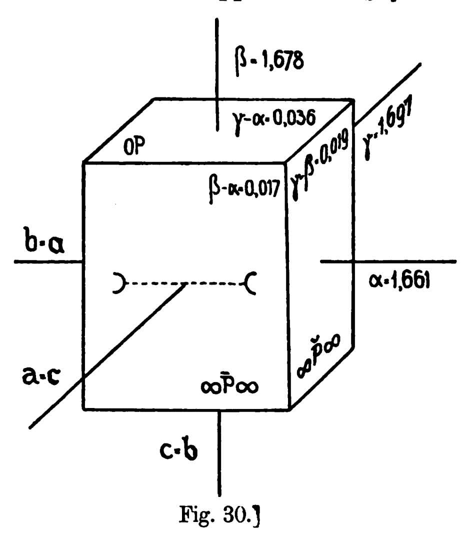


Fig. 30.

Wie man sieht, haben Schnitte nach den beiden vertikalen Pinakoiden eine nur etwa halb so grofse Differenz ihrer Brechungsexponenten als Basisschnitte und dementsprechend auch niedrigere Polarisationsfarben. — Der Axenwinkel ist grofs: $2V_{na} = 88°$, so dafs man auf $\infty\bar{P}\infty$ im konvergenten Lichte nur den zentralen Teil des Axenbildes, nicht beide Augen in das Gesichtsfeld bekommt, wenn man in Luft beobachtet. Wegen der Annäherung des Winkels an 90° geben auch Schnitte ‖$\infty\breve{P}\infty$ (d. i. ⊥ auf die stumpfe Bisectrix) fast dasselbe Axenbild. Die Messung des Axenwinkels kann u. d. M. nur dann ohne weiteres erfolgen, wenn derselbe so klein ist, dafs in der 45°-Stellung beide Hyperbelscheitel noch in das Gesichtsfeld fallen (siehe Muscovit); sonst, und das ist der weitaus häufigere Fall, führt man sie an Spaltblättchen oder an ⊥ auf die spitze Bisectrix des betreffenden Minerals geschliffenen Plättchen mittels eines sogenannten Axenwinkelapparates derart aus, dafs man durch Drehung nacheinander die Austrittspunkte der beiden Axen ins Gesichtsfeld bringt. Das Mafs dieser Drehung giebt den scheinbaren Axenwinkel an (2E oder 2H, je nach der Beobachtung in

Luft oder in Öl), aus welchem sich unter Berücksichtigung der Brechung 2V berechnen läſst, da $\sin V = \frac{\sin E}{\beta}$.

Dispersion schwach $\varrho < v$. Dies würde sich bei einem vollständigen Axenbilde darin aussprechen, daſs der innerste Ring jedes Auges an seinem dem Mittelpunkte der ganzen Interferenzfigur zugekehrten Teile rot, an dem abgewendeten blau erscheint, und daſs in der 45°-Stellung jede Hyperbel an ihrer konkaven Seite rot, an der konvexen blau gesäumt ist. Dies gilt indessen nur für das Axenbild der spitzen Bisectrix; bei dem um die stumpfe muſs die Farbenverteilung gerade umgekehrt sein, weil hier $\varrho > v$; man kann demnach nicht einen einzelnen Axenaustritt zu diesen Bestimmungen benutzen. — Pleochroismus fehlt meist ganz.

Chemisches: Isomorphe Mischungen von Fe_2SiO_4 (Fayalit) und Mg_2SiO_4 (Forsterit). Von warmer HCl und besser noch von H_2SO_4 unter Gelatinieren zersetzbar. Mit Kieselfluſssäure erhält man beim Eindunsten auf einem mit Canadabalsam überzogenen Objektträger scharfe, lebhaft polarisierende rhomboëdrische Kriställchen von $MgSiF_6 + 6H_2O$ und ebensolche des entsprechenden Eisensalzes, die zum Unterschiede von ersteren durch Zusatz von Ferrocyankalium blau, von $(NH_4)_2S$ schwarz werden. — Beim Glühen unter Luftzutritt wird der Olivin rotbraun und pleochroitisch. — Die Verwitterung erfolgt von den Rändern und Spaltrissen aus meist in grünen Serpentin (Fig. 31), wie dies z. B. nassauische Pikrite besonders schön zeigen und auch viele Basalte erkennen lassen. Gleichzeitige Bildung von Eisenoxyden färbt die Umwandlungsprodukte rotbraun; auch entsteht bei fortschreitender Zersetzung aus dem Serpentin Brauneisen, wobei immer Umrisse und Verlauf der Sprünge erhalten bleiben (Basalte, Melaphyre). Seltener erfolgt eine Umsetzung des Olivins in Karbonate (meist $CaCO_3$ durch Zufuhr von Ca), wobei sich nicht selten gleichzeitig Eisenerze und SiO_2 abscheiden; so z. B. in Melaphyren (Netzberg und Rabenstein bei Ilfeld am Harz). Doch unterliegen auch gewisse blaſsgrüne Pyroxene derselben Umwandlung (olivinführende Kersantite), und dann ist man auf die Deutung der Umrisse angewiesen. — Hin und wieder geht besonders in Basalten und Melaphyren aus dem Olivin ein braunrotes, glimmerähnliches pleochroitisches Mineral hervor, welches man Iddingsit genannt hat. Selten ist die Um-

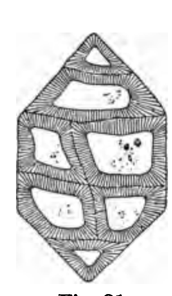


Fig. 31.

wandlung in grüne, spiefsige Amphibolmineralien („Pilit"), wie sie u. a. in olivinführenden Kersantiten des niederösterreichischen Waldviertels beobachtet wurde (Min. u. petr. Mitteil. 1883, V, 163). Hierher gehört auch der grüne Saum um Olivinschnitte, soweit sie an Plagioklas grenzen, wie er sich in vielen Olivingabbros findet, ebenfalls aus Amphibolmineralien (Strahlstein, Tremolit) bestehend.

Spez. Gew.: 3,27—3,45. *H.*: 6,5—7.

39. ANDALUSIT (u. CHIASTOLITH).

Form: Prismatisch; $\infty P(110) \cdot 0P(001)$, wie die makroskopischen Kristalle von Lisens (Fig. 32). Eine gute Spaltbarkeit nach ∞P (ca. 91°) liefert in den lang rechteckigen Längsschnitten feine parallele Längssprünge, die, wie dies auch bei anderen Mineralien der Fall zu sein pflegt, um so deutlicher ausgebildet sind, je dünner der Schnitt vorliegt (besonders an den Rändern des Schliffes); die nahezu quadratischen Querschnitte tragen fast rechwinkelig sich kreuzende Risse zur Schau, wodurch sie einige Ähnlichkeit mit Basisschnitten heller Pyroxene erhalten. — Verhältnismäfsig lange Säulchen, im Handstücke und im Schliffe schon mit blofsem Auge sichtbar, findet man in vielen Andalusit-Glimmerschiefern (Greifenstein im Erzgebirge; sehr schön vom Hartelsberge bei Graslitz im böhmischen Erzgebirge, sowie in anderen Kontakthöfen um Granite); u. d. M. erscheinen die ziemlich kompakten Individuen gern von braunen Biotitschuppen umsäumt und zeigen aufser der Spaltbarkeit noch eine gröbere Absonderung ungefähr ‖ 0P, wie dies langgestreckte Kriställchen auch sonst thun. Gedrungenere, annähernd prismatische Formen findet man im Andalusit-Glimmerschiefer von Zaufswitz und Clanschwitz bei Strehla in Nordsachsen, hier von einer Unmasse Quarzkörnchen durchwachsen, so dafs er wie siebartig durchlöchert aussieht; dazu kommen noch Einschlüsse von Biotitblättchen, Kohlepartikeln und (selten) Rutilnädelchen. — In Hornfelsen bildet Andalusit gern Aggregate aus aneinandergereihten länglichen Körnchen, die Reihen bald divergierend (Hohwald), bald mehr parallel (Schelmenberg bei Kirchberg), bald verstümmelte Säulchen und Körneraggregate in demselben Schliffe (Kreischa bei Pirna, hier mit Einschlüssen von Quarz, Biotit, Eisenerz).

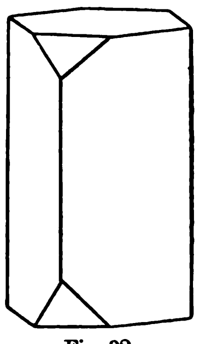


Fig. 32.

Optisches: Farblos und wasserhell oder blafs rötlich je nach der Lage. a = c, b = b, c = a. $\alpha = 1{,}632$, $\beta = 1{,}638$, $\gamma = 1{,}643$; daher merkliches Relief. Doppelbrechung etwa wie Quarz: $\gamma - \alpha = 0{,}011$ (in $\infty\breve{P}\infty$), weshalb die Polarisationsfarben nicht über Gelb 1. Ordnung hinausgehen. Dagegen $\gamma - \beta = 0{,}005$ (in 0P), $\beta - \alpha = 0{,}006$ (in $\infty\bar{P}\infty$), hier also beträchtlich niedere Polarisationsfarben. — Axenebene ist $\infty\breve{P}\infty$ (010), c = spitze Bisectrix und Axe der gröfsten Elastizität (a), der optische Charakter negativ (Fig. 33). 2V = ca. 84°, also kein vollständiges Axenbild im Gesichtsfelde. $\varrho > v$. — Pleochroismus meist deutlich: c = b farblos bis ganz blafs grünlich, a morgenrot, fleckenhaft, nicht gleichmäfsig über den ganzen Durchschnitt verteilt. Der Farbenwechsel beschränkt sich, wie man sieht, auf Vertikalschnitte und fehlt Basisschnitten; bisweilen ist überhaupt kein Pleochroismus vorhanden. — Um Einschlüsse von Zirkon, Kohlepartikel etc. liegen in Schnitten ‖c blafsgelbe Höfe, wenn c mit der Schwingungsrichtung des Polarisators zusammenfällt; sie verschwinden bei einer Drehung um 90°, desgleichen beim Glühen, so dafs es sich vermutlich um ein organisches Pigment handelt.

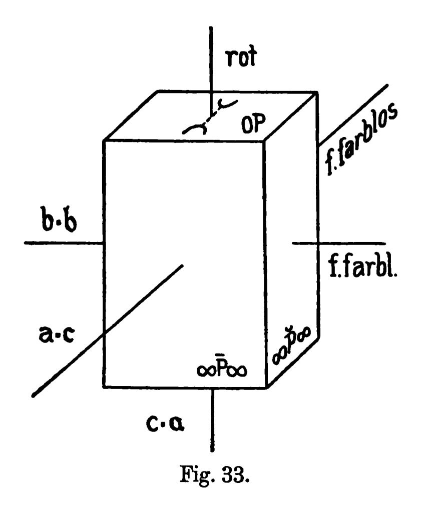


Fig. 33.

Chemisches: Al_2SiO_5. Unangreifbar von Säuren (auch HF) und dadurch leicht zu isolieren. Das Pulver wird beim Glühen mit Kobaltsolution blau. — Die Verwitterung ergiebt unter Beibehaltung der äufseren Form ein feinschuppiges oder faseriges Aggregat von Muscovit und Kaolin; die Substanz wird dabei trübe bis undurchsichtig (Andalusit-Glimmerschiefer vom Greifenstein im Erzgebirge).

Spez. Gew.: 3,10—3,17. *H.*: 7—7,5.

Unterscheidung: Von farblosem monoklinem Pyroxen (Diopsid) durch stets gerade Auslöschung in Längsschnitten und Pleochroismus; von Enstatit, bei welchem c = c, durch den optischen Charakter; von Sillimanit und Zoisit siehe diese.

Von kohliger Substanz erfüllten Andalusit hat man *Chiastolith* genannt. Zum Studium eignen sich die Chiastolithschiefer (Gefrees im Fichtelgebirge, Mechelsgrün im Vogtlande u. a.). U. d. M. ge-

wahrt man dieselben Bilder, welche z. B. die fingerstarken bretonischen Prismen makroskopisch aufweisen: In Schnitten ⊥ c einen viereckigen dunklen Zentralfleck, von welchem aus in der Richtung der Diagonalen bisweilen dunkle Streifen verlaufen; die kleinen Flecke in den Ecken fehlen meist. Längsschnitte zeigen einen kohleerfüllten zentralen Streifen, der sich in manchen Fällen nach den Enden hin verbreitert (Fig. 34). Wegen der Dünne der Präparate ist die ganze Pigmentierung recht schwach. — Im übrigen wie Andalusit; die geringere Härte (5 und darunter) ist wohl nur eine Folge der meist weit vorgeschrittenen Zersetzung.

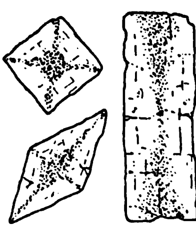


Fig. 34.

40. SILLIMANIT.

Charakteristisch ist sein Auftreten in Strähnen, Büscheln und Haufwerken feiner Nädelchen mit Querabsonderung, an den Enden wie abgebrochen oder in eine Spitze ausgezogen, z. B. im Cordieritgneiſs von Rochsburg im sächsischen Granulitgebiete, hier mit Vorliebe in den quarzähnlich aussehenden farblosen Cordieritkörnern eingewachsen und im Schliffe schon mit bloſsem Auge an dem seidenartigen Schimmer der betreffenden Stellen zu erkennen; ferner im Kinzigit, im Sillimanitgneiſs, Sillimanitquarzit, auch in Andalusit und Cordierit führenden Hornfelsen (Kreischa bei Pirna). — Wegen ihrer geringen Dicke gestatten derartige Nädelchen meist keine Prüfung der Querschnitte; wohl aber kann man die hohen Polarisationsfarben der langliegenden Individuen feststellen, mit dem Gipsblättchen auch erkennen, daſs die Längsrichtung der Fasern (c) Axe der kleinsten Elastizität (c) ist. — Gröſsere Dimensionen erlangt der Sillimanit in manchen Granuliten (z. B. von Röhrsdorf neben Granat und blaſsblauem Cyanit), wo er nicht selten divergentstrahlige Aggregate bildet. Gute Querschnitte sind begrenzt von $\infty P(110) \cdot \infty \breve{P}\, ^3/_2\, (230)$, auch durch letztere Form (88—89°) allein. $\infty P = 111°$. Hier gewahrt man auch mitunter die vollkommene Spaltbarkeit nach $\infty \bar{P} \infty (100)$. $\alpha_{na} = 1{,}660$, $\beta_{na} = 1{,}661$, $\gamma_{na} = 1{,}682$; $\gamma - \alpha = 0{,}022$, daher die hohen Polarisationsfarben. — Axenebene ist $\infty \bar{P} \infty$ (100), c die spitze positive Bisectrix; $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$, $\mathfrak{b} = \mathfrak{a}$, $\mathfrak{c} = \mathfrak{c}$. Basisschnitte lassen ein gutes Axenbild mit starker Dispersion $\varrho > v$ erkennen, da $2E_\varrho = 44°$, $2E_v = 37°$ (Unterschied von Andalusit).

Chemische Zusammensetzung: Al_2SiO_5. Verhalten gegen Säuren wie Andalusit. Spez. Gew.: 3,23—3,24. — H.: 6—7.

Gröſsere Individuen unterscheidet man von Andalusit und Apatit durch den positiven Charakter der Längsschnitte, von Zoisit durch die lebhaften Farben.

41. CORDIERIT.

Form: Einfache Kristalle, hauptsächlich begrenzt von $\infty P(110) = 119° 10'$, $\infty \breve{P} \infty (010)$ und $0P(001)$ sind selten, häufiger Durchkreuzungsdrillinge derselben nach ∞P, wobei die gewöhnlich sechseckigen Basisschnitte in 6 Sektoren zerfallen (Fig. 35); durch gleiche

Polarisationsfarbe und gleichzeitige Auslöschung (deren Richtung den Winkel im Zentrum halbiert) erweisen sich je 2 gegenüberliegende Felder als zusammengehörig. Grofse Drillinge dieser Art finden sich in japanischen Kontaktgesteinen und Auswürflingen, kleinere gar nicht selten in Knoten- und Fruchtschiefern (z. B. von Theuma am Kirchberger Granit), wo sie erst unter + Nic., dann aber deutlich hervortreten. Der einfache Bau derselben wird bisweilen dadurch recht kompliziert, dafs sich die einzelnen Individuen gegenseitig auf das mannigfaltigste durchdringen; auch verläuft die Zwillingsgrenze mitunter ganz unregelmäfsig. — Formell ganz gleich sehen Drillinge nach $\infty\breve{P}3$ (130) aus, die sich öfter in ein und demselben Gestein neben den vorigen finden und von ihnen nur dadurch zu unterscheiden sind, dafs die Auslöschungsrichtung je zweier gegenüberliegender Sektoren ‖ und ⊥ zu einer Zwillingsnaht liegt. — Zwillingslamellen nach ∞P (110), deren Austritt auf den Spaltflächen ($\infty\breve{P}\infty$ = 010) unter der Lupe als feine Riefung erscheint, werden aus dem Cordieritgneifs von Twedestrand angegeben.

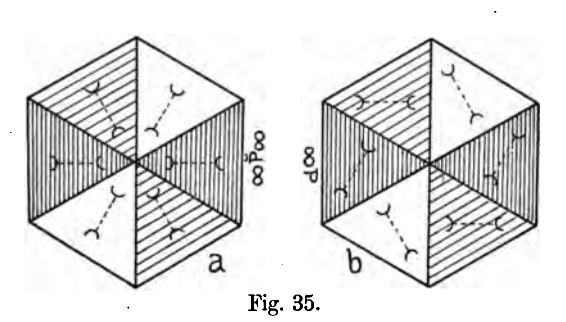


Fig. 35.

Zumeist entbehrt der Cordierit kristallographischer Umgrenzung und ist dann leicht mit Quarz zu verwechseln, so z. B. im Cordieritgneifs (Rochsburg, Bodenmais), wo seine violblauen Körner schon im Handstücke auffallen. Im Dünnschliffe farblos, gewöhnlich von Sillimanitnadeln durchschwärmt, führt er oft sechsseitige Biotittäfelchen, auch Zirkonkriställchen, welch letztere in gewisser Stellung gern gelbe Höfe zeigen. Besonders an dünnen Schnitten erkennt man parallele Spaltrisse nach $\infty\breve{P}\infty$ (010). Ganz ähnlich ist der Cordierit im Kinzigit (Kinzigthal; Gadernheim).

Körneraggregate bildet der Cordierit in den Hornfelsen granitischer Kontakthöfe (Hohwald, Kirchberg, Hennberg bei Weitisberga u. a. v. a. O.), reich an Einschlüssen von Glimmerschüppchen, zahllosen Eisenerzkörnchen, vereinzelten Zirkonkriställchen mit pleochroitischen Höfen, leicht mit Quarz zu verwechseln. — Über die winzigen Cordierite in der Glasmasse gewisser, von Basalt teilweise eingeschmolzener Sandsteineinschlüsse s. N. Jahrb. f. Min. 1891, I, 109.

In Eruptivgesteinen ist der Cordierit bald eine Ausscheidung aus dem Magma, z. B. in manchen Graniten (sogenannter Rumburggranit der südlichen Lausitz) und Quarzporphyren (Pinitporphyre des Schwarzwaldes), bald ein Überrest mehr oder weniger vollständig eingeschmolzener cordierithaltiger fremder Bruchstücke, wie z. B. in manchen Rhyolithen, Trachyten und Andesiten.

Optisches: Im Dünnschliffe meist farblos, seltener blafsbläulich oder ganz licht gelblich je nach Lage des Schnittes. $a = \mathfrak{b}$, $b = \mathfrak{c}$, $c = \mathfrak{a}$ (Fig. 36). Brechung niedrig; im Mittel $\alpha = 1{,}543$, $\beta = 1{,}547$, $\gamma = 1{,}549$; weder Relief noch Runzelung. Doppelbrechung etwas geringer als Quarz: $\gamma - \alpha = 0{,}006$ (in $\infty\bar{P}\infty = 100$) mit lichtgrauer oder gelber Farbe 1. Ordnung; $\gamma - \beta = 0{,}002$ (in $0P = 001$) tiefgrau; $\beta - \alpha = 0{,}004$ (in $\infty\breve{P}\infty = 010$). Axenebene ist $\infty\bar{P}\infty(100)$, 2E sehr schwankend, $> 65^0$; im konvergenten Lichte eine sehr deutlich zweiaxige, aber nicht vollständige Interferenzfigur auf 0P, da c spitze und zwar negative Bisectrix ist ($c = \mathfrak{a}$), wie Längsschnitte bei der Prüfung mit Gips zeigen (S. 41). — $\varrho < v$. — Pleochroismus ist im Schliffe oft gar nicht oder kaum wahrzunehmen; wenn vorhanden (frische dunkle Einschlüsse im Granitporphyr von Beucha), dann $a (= \mathfrak{b})$ hellviolblau, $b (= \mathfrak{c})$ bläulichweifs, $c (= \mathfrak{a})$ gelblichweifs, am deutlichsten also in Schnitten $\parallel \infty\bar{P}\infty$, schwächer in solchen nach $\infty\breve{P}\infty$, sehr gering auf 0P. Nicht pleochroitischer Cordierit erhält manchmal durch gelindes Glühen (1—2 Minuten) deutlichen Pleochroismus; starkes Glühen zerstört solchen, läfst aber dafür einen nicht minder charakteristischen bräunlichen Farbenton zurück (Unterschied von Quarz, der farblos bleibt). — Nicht zu verwechseln mit den eben genannten **Axenfarben** sind die **Flächenfarben**, wie sie z. B. Cordieritgeschiebe aus Ceylon bei makroskopischer Betrachtung in verschiedener Stellung zeigen: 0P(001) blau, $\infty\bar{P}\infty(100)$ blauweifs, $\infty\breve{P}\infty(010)$ gelblichweifs; hier handelt es sich um Mischfarben aus denjenigen der beiden Axen, welche jedesmal in dem betreffenden Schnitte zur Geltung kommen. — Um die häufig eingewachsenen Zirkon-

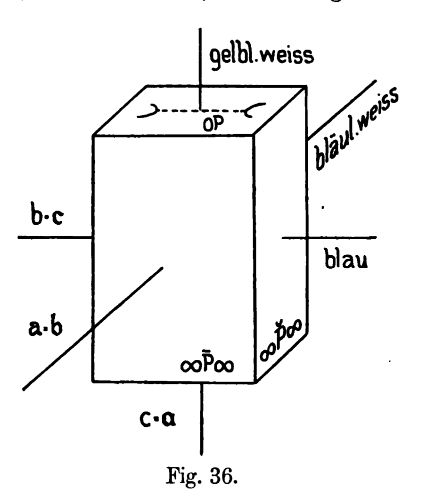


Fig. 36.

kriställchen (auch wohl um andere Einschlüsse) erscheinen gelbliche Höfe, wenn die c-Axe des Cordierits mit dem Hauptschnitte des Polarisators zusammenfällt (der Analysator ist bei dieser Prüfung zu entfernen), sie verschwinden bei Drehung um 90°, treten nur in Längsschnitten, nicht in basischen auf und werden durch Glühen zerstört.

Chemisches: $Mg_2 Al_4 Si_5 O_{18}$, dazu wenig Fe und bisweilen Spuren von Mn. Säuren greifen sehr wenig an, verdünnte gar nicht. Mit Kieselflufssäure (wobei man vorteilhaft das Auftragen des Tropfens wiederholt) erhält man Kriställchen von Kieselfluormagnesium (S. 54). Die gereinigte Schlifffläche zeigt dann bei stark seitlich verschobenem Spiegel lang rechteckige Ätzfiguren; auch heifse H_2SO_4 ruft sie hervor. — Umwandlungsvorgänge sind überaus häufig, gehen von den Sprüngen aus (Cordieritgneifs, Kinzigit) und führen zur Bildung von Muscovit, Chlorit, Talk und serpentinartig aussehenden Massen. Die entstehenden grünen oder bräunlichen, oft faserigen Aggregate haben je nach dem Stadium oder der Richtung der Zersetzung verschiedene Namen erhalten: Aspasiolith, Bonsdorffit, Chlorophyllit, Esmarkit, Fahlunit, Gigantolith, Huronit, Iberit, Oosit, Pinit, Praseolith, Pyrargyllit, Weissit etc.

Spez. Gew.: 2,59—2,66. *H.*: 7—7,5.

Unterscheidung: Von Quarz durch Pleochroismus, pleochroitische Höfe, zweiaxiges Interferenzbild, Spaltbarkeit, Ätzfiguren, Mg-Reaktion, Zersetzung.

42. ZOISIT.

Form: Säulchen, gewöhnlich nur in der Prismenzone begrenzt durch $\infty P(110) = 116^\circ 26'$, dazu meist $\infty \breve{P} \infty (010)$, öfter noch Brachy- und Makroprismen; sehr selten terminale Pyramidenflächen. Durchschnitte $\parallel$ c Leisten, $\perp$ c Rhomben, Sechsecke, mitunter auch Trapeze, wenn nämlich an dem einen Ende der Makrodiagonale $\infty \breve{P} \infty (010)$, am andern aufserdem $\infty P(110)$ auftritt. In Längsschnitten, grofsen Apatiten ähnlich, findet sich Zoisit reichlich im Zoisitamphibolit (Obercarsdorf bei Schmiedeberg im Erzgebirge, wie Fig. 37; Deutsch

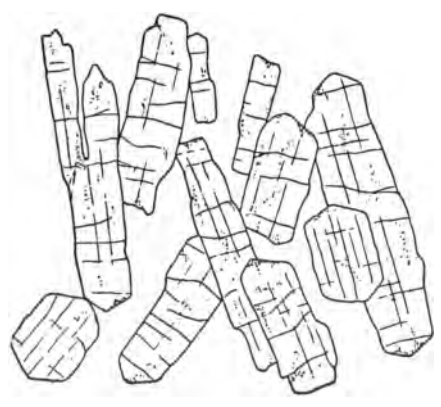


Fig. 37.

Landsberg in Steiermark) neben hellgrüner Hornblende. Eine vollkommene Spaltbarkeit verläuft nach $\infty \check{P} \infty$ (010), eine recht unvollkommene $\parallel \infty \bar{P} \infty$ (100); mehr in die Augen fallen flach gebogene Sprünge einer Absonderung ungefähr nach 0 P (001). Aufser spärlichen Flüssigkeitseinschlüssen führen sie manchmal langcylindrische Hohlräume ($\parallel$ c), auch wohl vereinzelte blafsgrüne Hornblendenädelchen. Gleiche Ausbildung zeigt der Zoisit mancher Eklogite (Saualpe; Fichtelgebirge etc.), begleitet von grünem Omphacit und von Granat. Fein verfilzter Zoisit bildet einen Hauptteil des Saussurit genannten Umwandlungsproduktes von Plagioklasen im Saussuritgabbro (Wurlitz bei Hof, Frankenstein in Schlesien, Corsica u. a.).

Optisches: Farblos und wasserhell. Brechung hoch: $\alpha_{na} = 1{,}700$, $\beta_{na} = 1{,}703$, $\gamma_{na} = 1{,}706$; daher deutliches Relief. Doppelbrechung aber schwach: $\gamma - \alpha = 0{,}006$; lichtgraue Polarisationsfarben auf $\infty \check{P} \infty$ (010). Die anderen beiden Pinakoide mit nur 0,003 Differenz zeigen ein eigentümliches Lavendelblau (wie Melilith). — Axenebene ist bald $\infty \check{P} \infty$ (010), d. i. $\parallel$ der vollkommensten Spaltbarkeit, bald 0 P (001), beides an gesteinbildenden Zoisiten gleich häufig, an grofsen Kristallen bisweilen an verschiedenen Stellen desselben Individuums wechselnd. Immer aber ist a spitze positive Bisectrix, im 1. Falle also $a = \mathfrak{c}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{a}$, im 2. $a = \mathfrak{c}$, $b = \mathfrak{a}$, $c = \mathfrak{b}$. 2E sehr wechselnd, von fast 0—100°, meist klein, so dafs man auf $\infty \bar{P} \infty$ (100) gewöhnlich ein gutes Axenbild erhält. Dispersion $\varrho < v$, wenn $\infty \bar{P} \infty$ (100) Axenebene, im anderen Falle $\varrho > v$, immer sehr stark, die Hyperbelpole daher innen und aufsen recht verschieden gefärbt. Über Messung des Axenwinkels aus dem Abstande der Hyperbelscheitel siehe Muscovit. — Pleochroismus fehlt.

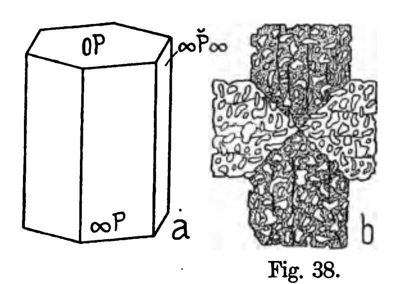
Chemisches: $HCa_2Al_3Si_3O_{13}$ mit geringem Gehalt an Fe (d. i. auch die Zusammensetzung des Epidot). Ungeglüht von Säuren nicht angreifbar; schmilzt leicht unter Aufschäumen und wird dann von Säuren unter Gelatinieren rasch zersetzt. In der salzsauren Lösung läfst sich Ca nachweisen (S. 24). In schwefelsaurer Lösung entstehen auf Zusatz eines winzigen Körnchens CsCl zum Probetropfen farblose, ziemlich grofse Kriställchen von Cäsiumalaum, O (111) oder O · ∞O∞ (111) · (100), in stark verdünnten Lösungen erst beim Eindunsten (neben Gips). Konzentrierte Lösungen liefern dendritische Wachstumsformen; einen Überschufs von H_2SO_4, welcher die Bildung der Kriställchen hemmt, stumpft man mit Natriumacetat ab. — Umwandlungserscheinungen fehlen.

Spez. Gew.: 3,22—3,36. *H.*: 6—6,5.

Unterscheidung: Von Andalusit durch Spaltbarkeit in Basisschnitten, Interferenzfigur auf $\infty\bar{P}\infty$ (100), Fehlen des Pleochroismus und durch Ca-Nachweis. Von grofsen Apatiten durch Axenbild und Unlöslichkeit in Säuren, auch durch den Mangel zugehöriger isotroper Basisschnitte.

43. STAUROLITH.

Fast immer Kristalle, kürzer oder länger säulenförmig, vorwiegend begrenzt von ∞P(110) = 129° 20′, 0P(001), dazu schmal meist $\infty\breve{P}\infty$ (010), wie sie makroskopisch neben Cyanit im Paragonitschiefer liegen (Fig. 38, *a*). Längsschnitte nach $\infty\bar{P}\infty$ (100) sind dann breitere, nach $\infty\breve{P}\infty$ (010) schmälere Rechtecke, Basisschnitte Rhomben oder Sechsecke mit 2 kurzen Seiten. Die Spaltbarkeit nach $\infty\breve{P}\infty$ (010) ist bald sehr gut, bald gar nicht wahrnehmbar; in Spuren treten Risse nach ∞P (110) auf, manchmal eine Absonderung nach 0P (001). — Die Zwillingsbildung erfolgt nach denselben 2 Gesetzen, welche auch an makroskopischen Vorkommnissen weit verbreitet sind: Nach $^3/_2\breve{P}\infty$ (032), wobei sich 2 Individuen fast rechtwinkelig durchkreuzen (Fig. 38, *b*), oder nach $^3/_2 P ^3/_2$ (232), wobei die c-Axen ca. 60° bilden (Fig. 38, *c*). Der Glimmerschiefer von Astos d'Oo in den Pyrenäen zeigt solche Schnitte, erfüllt von einer grofsen Menge Quarzkörner; auch andere Glimmerschiefer sowie Gneifse enthalten hin und wieder Staurolith; Eruptivgesteinen fehlt er.



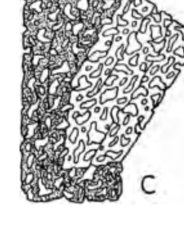


Fig. 38.

Im Schliffe gelb oder rötlichbraun. Brechung stark: $\alpha = 1{,}736$, $\beta = 1{,}741$, $\gamma = 1{,}746$; daher beträchtliches Relief und Runzelung der Oberfläche. Doppelbrechung mäfsig: $\gamma - \alpha = 0{,}01$ auf $\infty\bar{P}\infty$ (100), Polarisationsfarben wie Quarz; auf den anderen beiden Pinakoiden (Differenz je 0,005) merklich niedrigere Farben. Axenebene ist $\infty\bar{P}\infty$ (100), c spitze positive Bisectrix, $a = \mathfrak{b}$, $b = \mathfrak{a}$, $c = \mathfrak{c}$, der Axenwinkel ca. 89°, die Dispersion schwach: $\rho > v$. Pleochroismus im Schliffe nicht bedeutend: $\mathfrak{c}$ gelblich bis licht rötlichbraun, $\mathfrak{b} = \mathfrak{a}$ hellgelb mit grünlichem Stich; er zeigt sich also in Längsschnitten, nicht in basischen (Fig. 39).

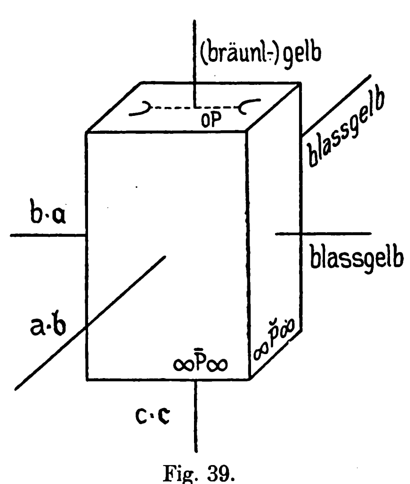


Fig. 39.

Chemische Zusammensetzung annähernd $FeAl_4Si_2O_{11}$ mit geringem Gehalt an Mg. Von Säuren (auch HF) unangreifbar. Spez. Gew.: 3,34—3,77. — H.: 7—7,5.

44. TOPAS.

Meist Kriställchen von ähnlicher Form, wie sie z. B. die makroskopischen vom Schneckenstein im Vogtlande zeigen: $\infty P(110) \cdot \infty \breve{P}2(120) \cdot P(111)$, dazu wohl $2\breve{P}\infty(021)$ und $0P(001)$, letztere beide Flächen zurücktretend, auch ganz fehlend (Fig. 40). Querschnitte sind demnach ungefähr rhombisch, Längsschnitte gedrungen leistenförmig mit dachartiger Endigung; in letzteren tritt auch die vollkommene Spaltbarkeit nach $0P(001)$ hervor. So findet sich Topas im Quarzbrockenfels vom Schneckenstein und im topasierten Quarzporphyr vom Saubachthale, beide im sächsischen Vogtlande, ferner im Greisen (z. B. von Geyer im Erzgebirge), auch in Graniten (Greifenstein im Erzgebirge, wie Fig. 41; Wilzschhaus bei Eibenstock), in wasserhellen, farblosen Durchschnitten (auch in kleinen rundum ausgebildeten Kriställchen), welche vom Quarz auf den ersten Blick durch ihr deutliches Relief zu unterscheiden sind. — Flüssigkeitseinschlüsse von meist sehr unregelmäſsiger Gestalt sind häufig, darunter solche flüssiger CO_2 (S. 39), auch würfelführende (Schneckenstein).

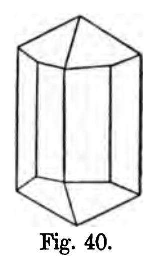


Fig. 40.

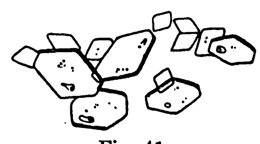


Fig. 41.

Lichtbrechung: $\alpha_{na} = 1{,}612$, $\beta_{na} = 1{,}614$, $\gamma_{na} = 1{,}621$; Relief merklich. Doppelbrechung wie Quarz: $\gamma - \alpha = 0{,}009$ auf $\infty\breve{P}\infty(010)$, $\gamma - \beta = 0{,}007$ auf $\infty\bar{P}\infty(100)$, $\beta - \alpha = 0{,}002$ auf 0P, wo das dunkle Grau vom Anfange der 1. Ordnung erscheint. Axenebene ist $\infty\breve{P}\infty(010)$, c spitze positive Bisectrix, $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$. Der Axenwinkel in Luft schwankt von 70—120°, nicht selten an verschiedenen Platten desselben Kristalls; doch erhält man in Schnitten nach $0P(001)$, d. s. die ohne Spaltbarkeit, meist ein schwarzes Kreuz, welches sich beim Drehen mit aller Deutlichkeit öffnet. — Dispersion ziemlich stark: $\varrho > v$. Pleochroismus fehlt im Schliffe.

Chemische Zusammensetzung: $Al_6Si_3O_{12}F_6$. Von Säuren (auch HF) nicht angreifbar. Umwandlungen in Kaolin oder Muscovit sind nur selten wahrnehmbar. — Spez. Gew.: 3,52—3,56. — H.: 8.

Die Unterscheidung von Quarz, welcher ebenso wasserhell ist und die gleichen Polarisationsfarben zeigt, wird hauptsächlich ermöglicht durch die parallelen Spaltrisse, die Prüfung im konvergenten Lichte und die Unlöslichkeit in HF.

45. NATROLITH.

In manchen Basalten und Phonolithen Blasenräume ganz oder teilweise erfüllend und dann schon dem bloſsen Auge als schneeweiſse, selten gelbe (Hohentwiel), faserige, seidenglänzende Aggregate erscheinend. Im Schliffe farblos, bei feiner Faserung trübe, bei gröberer wasserhell. Radialfaserige Aggregate zeigen unter + Nic. ein fixes schwarzes Kreuz, dessen Arme denen des Fadenkreuzes parallel liegen. Brechung niedrig: $n_{na} = 1{,}481$; Doppelbrechung: $\gamma - \alpha = 0{,}013$, gelbe und graue Farben 1. Ordnung. Axenebene ist $\infty\breve{P}\infty(010)$, die Längsrichtung der Fasern c = spitze positive Bisectrix; zur Wahrnehmung des Axen-

bildes auf 0P(001) — 2V = 62° — und der Spaltbarkeit nach ∞P(110) = ca. 91° sind die Fasern meist zu dünn. Auslöschung in Längsschnitten ∥ c; doch giebt es auch zweifellos monoklinen Natrolith mit ganz geringer Auslöschungsschiefe gegen c (5° im Maximum).

Chemische Zusammensetzung: $Na_2Al_2Si_3O_{10}+2H_2O$; gelatiniert leicht mit HCl, giebt die Na-Reaktion mit Kieselflufssäure (S. 46). Immer sekundär und zumeist aus der Zersetzung von Nephelin, Sodalith, Haüyn hervorgegangen. — Spez. Gew.: 2,17—2,26.

Eine Verwechselung ist möglich mit Chalcedon (der aber optisch negativ und unlöslich in HCl ist), sowie mit folgenden beiden Zeolithen:

THOMSONIT, der in denselben Gesteinen als Mandelerfüllung in gleichfalls strahligen bis blätterigen Aggregaten auftritt, farblos, meist mit guter Spaltbarkeit nach den vertikalen Pinakoiden, nicht selten basische Querabsonderung, welche dem Natrolith im Schliffe fehlt. Brechung gering: n = 1,508, aber Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}028$, d. i. am stärksten von allen Zeolithen; daher auch die lebhaften Polarisationsfarben (Unterschied von Natrolith). Axenebene ist 0P(001), b die spitze positive Bisectrix, so dafs sich Schnitte nach $\infty\bar{P}\infty$ (100) wie optisch negative, solche nach $\infty\breve{P}\infty$ (010) wie positive einaxige Kristalle bei der Prüfung mit Gips verhalten. — 2V = 54° für Rot. Dispersion stark: $\rho < v$.

Chemische Zusammensetzung: $(CaNa_2)_2Al_2Si_2O_8+5H_2O$. Gelatiniert mit HCl. In der Lösung ist Ca nachzuweisen (S. 24). — Spez. Gew.: 2,31—2,38.

SKOLECIT, in Vorkommen, Aggregation, Brechung und Polarisationsfarben dem Natrolith täuschend ähnlich; bei diesem monoklinen Zeolith bildet aber die spitze negative Bisectrix mit der c-Axe einen Winkel von 15—17°. — Chemische Zusammensetzung: $CaAl_2Si_3O_{10}+3H_2O$. — Spez. Gew.: 2,2—2,4. — Es ist also neben der schiefen Auslöschung besonders der negative Charakter und der Ca-Gehalt, deren man sich zur Unterscheidung von Natrolith bedient.

46—48. RHOMBISCHE PYROXENE.

Die 3 hierher gehörigen Mineralien Enstatit, Bronzit und Hypersthen haben unter sich (und mit den monoklinen Pyroxenen) das Prisma von 87—88° gemeinsam, nach welchem sie vorwiegend auch spalten; der Unterschied ist durch verschiedenen Fe-Gehalt bedingt, mit welchem spez. Gewicht, Härte, Farbe, Pleochroismus, Axenwinkel, allem Anscheine nach auch Brechung und Doppelbrechung in gesetzmäfsiger Weise wechseln.

46. ENSTATIT.

Form: Kleine Kristalle, vorwiegend begrenzt von $\infty\bar{P}\infty$ (100) · $\infty\breve{P}\infty$ (010) · ∞P(110) und Pyramidenflächen, auch wohl $^1/_2\breve{P}\infty$ (012). Schnitte ⊥ zu c sind demnach annähernd quadratisch oder gedrungen rechteckig mit abgestumpften Ecken, ∥ c kurz leistenförmig mit dachartiger Zuschärfung an beiden Enden. So liegen sie mit

ganz blaſsgrünlicher Farbe oder auch nahezu farblos in frischen Enstatitporphyriten (weit verbreitet in der Nahegegend; Klausen in Tirol; Cheviot Hills in England) als mikroporphyrische Ausscheidungen. Basisschnitte zeigen scheinbar rechtwinkelig sich kreuzende, den kurzen Abstumpfungen der Ecken — ∞P (110) — parallel laufende Spaltrisse, Längsschnitte solche parallel den längeren Kanten (‖ c), daneben eine Querabsonderung annähernd nach 0 P (001).

Ohne Kristallumgrenzung, meist in blätterigen Aggregaten findet sich Enstatit in nichteffusiven Gesteinen. Neben der prismatischen Spaltbarkeit tritt dann in wechselnder Vollkommenheit, seltener herrschend, eine solche nach den vertikalen Pinakoiden, besonders $\infty\breve{P}\infty$ (010) auf. Man erkennt den Charakter der Spaltbarkeit in Basisschnitten daran, daſs die Auslöschungsrichtung mit der pinakoidalen zusammenfällt, den Winkel der prismatischen halbiert. Der Enstatitfels aus dem Radauthale im Harz zeigt diese Verhältnisse; im Handstücke zeigen die hellbräunlichen bis grünlichgelben Enstatite starken Perlmutterglanz auf den Spaltflächen, im Dünnschliffe eine Faserung ‖ c in Längsschnitten, als ob lauter dünne Stengel parallel miteinander verwachsen seien; auſserdem enthält der Schliff noch farblosen Feldspat (Anorthit) und Biotit. — Reichlich Enstatit führt der Enstatitdiabas von Steben im Fichtelgebirge (neben monoklinem Augit). — Häufig ist Enstatit von Lamellen eines monoklinen Pyroxens derart durchwachsen, daſs $\infty\bar{P}\infty$ (100) des ersteren und $\infty\breve{P}\infty$ (010) des letzteren parallel liegen. Auf brachypinakoidalen Schnitten des Enstatit, woselbst beide Mineralien gerade auslöschen, ist eine derartige Verwachsung im polarisierten Lichte nicht wahrzunehmen; auf $\infty\bar{P}\infty$ dagegen löschen die Lamellen des monoklinen Pyroxens schief aus (ca. 40°), oder sie erscheinen hell, wenn die des Enstatit auf Dunkel stehen (z. B. in Olivinknollen des Basaltes vom Gröditzberge bei Liegnitz). Diese Verwachsungen sinken mitunter zu groſser Feinheit herab. — Über eingelagerte winzige fremde Blättchen siehe Bronzit.

Optisches: Im Schliffe fast farblos, ganz blaſs grünlich oder gelblich; von mittlerer Brechung: $\alpha = 1{,}665$, $\beta = 1{,}669$, $\gamma = 1{,}674$. Doppelbrechung nicht stark: $\gamma - \alpha = 0{,}009$ auf $\infty\breve{P}\infty$ (010), die Polarisationsfarben also hier wie Quarz; auf $\infty\bar{P}\infty$ (100), wo $\gamma - \beta = 0{,}005$ und auf 0 P (001), wo $\beta - \alpha = 0{,}004$, erscheinen viel niedrigere Farben. Die Axenebene ist $\infty\breve{P}\infty$ (010), c = spitze positive Bisectrix, demnach $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$ (Fig. 42 auf S. 66). 2H = etwa 47°, so daſs man in Basisschnitten in Öl ein deutliches

Axenbild erhält. Dispersion schwach: $\varrho < v$. — Pleochroismus nicht merklich.

Chemisches: $MgSiO_3$ mit geringem Gehalt an FeO (0—5 %); von HCl gar nicht, von HF kaum angreifbar; mit Kieselflufssäure die Reaktion auf Mg (S. 54). — Die Umwandlung erfolgt vorzugsweise in grünen oder gelblichen, faserigen Bastit (siehe unten), wobei die Zersetzung von den Spaltrissen, in Kriställchen besonders von der basischen Zerklüftung ausgeht. — V. d. L. so gut wie unschmelzbar.

Spez. Gew.: 3,1—3,29. *H.*: 5,5.

Unterscheidung: Von Bronzit, mit welchem er durch Übergänge verbunden ist, mit Sicherheit nur durch Feststellung des Gehaltes an FeO; von Hypersthen durch Mangel an Pleochroismus und Lage der spitzen Bisectrix. Monokline Pyroxene löschen in allen Schnitten, die nicht der orthodiagonalen Zone angehören, schief aus und zeigen in Basisschnitten randlichen Austritt einer optischen Axe, nicht einer Bisectrix im konvergenten Lichte.

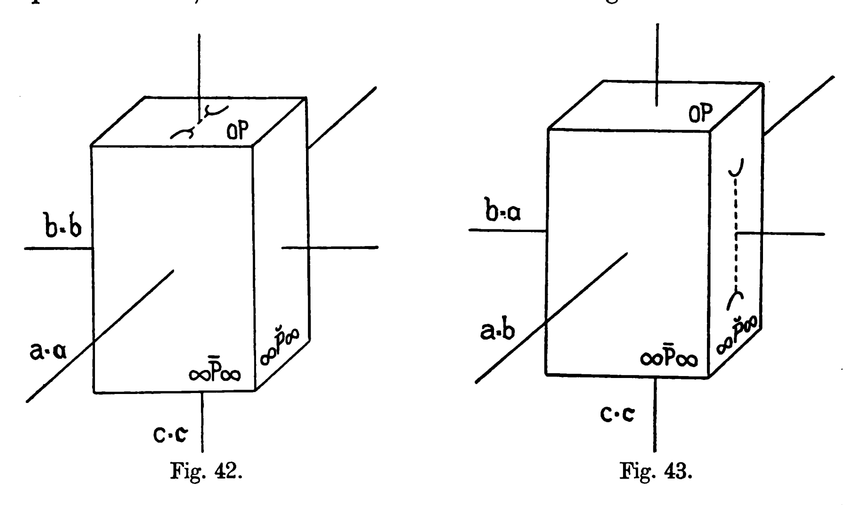


Fig. 42. Fig. 43.

BASTIT, das faserige, grüne oder gelbliche Umwandlungsprodukt, welches durch Wasseraufnahme aus Enstatit und Bronzit hervorgeht, zeigt gleich jenen eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\infty\breve{P}\infty$ (010), eine unvollkommene nach ∞P (110) = ca. 87°. Von grofser Bedeutung für die Unterscheidung von den Muttermineralien, mit welchen er gleiche Mikrostruktur, Einschlüsse und Polarisationsfarben aufweist, ist die abweichende Orientierung: Axenebene ist $\infty\bar{P}\infty$ (100), $\mathfrak{b}$ = negative spitze Bisectrix, $a = \mathfrak{b}$, $b = \mathfrak{a}$, $c = \mathfrak{c}$ (Fig. 43). Im konvergenten Lichte geben also Schnitte oder Spaltblättchen nach $\infty\breve{P}\infty$ (010) ein Axenbild, welches bei der wechselnden Gröfse des Winkels (20 bis fast 90°) bald schon in Luft, bald erst — und zwar meist — in Öl zu übersehen ist; Enstatit und Bronzit

zeigen auf dieser Fläche überhaupt keins. — Dispersion schwach, aber deutlich $\varrho > v$. — So im Schillerfels von der Baste im Harz, im Handstücke als messinggelb glänzende, von schwarzgrünen Serpentinkörnern durchbrochene Partien makroskopisch sichtbar; ähnlich bei Todtmoos im Schwarzwalde; auch die kleinen Kriställchen von Enstatit (und Bronzit) mancher Melaphyre (Hohenstein bei Ilfeld am Harz) und Enstatitporphyrite (Schneidemüllerkopf in Thüringen) sind in Bastit umgewandelt.

Chemische Zusammensetzung etwa $H_4Mg_3Si_2O_9$ (d. i. die des Serpentins), darin Mg in wechselnder Menge durch Fe vertreten, bisweilen mit Gehalt an Cr. Von heifser H_2SO_4 leicht und vollständig unter Gelatinieren zersetzbar, unvollkommen und schwer durch HCl, gleichfalls ein wichtiger Unterschied von Enstatit und Bronzit, ebenso das geringere spez. Gew.: 2,6—2,8. — H.: 3,5—4.

Anm.: Diaklasit (Protobastit) ist eine Zwischenstufe auf dem Wege der Umsetzung von Enstatit und Bronzit in Bastit; er zeigt (Baste im Harz) die Struktur der unveränderten Mineralien, die optische Orientierung des Bastits und unterscheidet sich von letzterem am leichtesten durch das spez. Gew.: $> 2,8$.

47. BRONZIT.

Form: Zweifache Ausbildung wie Enstatit: Kleine Kriställchen von der dort angegebenen Kombination in den gleichen Effusivgesteinen. U. d. M. nicht von Enstatit zu trennen. — Blätterige Massen ohne Kristallumgrenzung finden sich in gröfseren Partien zu Kupferberg in Schlesien, Kraubat in Steiermark; als kleinere in Bronzitserpentin mehrorts im sächsischen Granulitgebiete, zu Starkenbach im Oberelsafs u. a. O., überall als broncefarbene schillernde Individuen, werden auch in einem Bronzit-Olivinfels von Dürrenstein im niederösterreichischen Waldviertel, im Bronzitamphibolit aus dem Kinzigthale, sowie gelegentlich in Noriten angetroffen. U. d. M. erscheinen Längsschnitte meist faserig nach c, zwischen den Stengeln manchmal lange, dünne, kanalförmige Hohlräume, die mit Brauneisen erfüllt sein können, desgleichen die bei Enstatit erwähnten Verwachsungen mit Lamellen monoklinen Pyroxens in der gleichen Anordnung und auch jene winzigen gelblich braunen, vorwiegend $\| \infty \check{P} \infty (010)$ gelagerten Lamellen, welche den Schiller erzeugen.

Optisches: Farbe im Schliffe, Brechung, Doppelbrechung, Axenebene und Verteilung der Axen wie bei Enstatit; spitze Bisectrix ist aber nur bei einem FeO-Gehalte unter $10^0 = c$ und dann positiv, bei eisenreicheren $= a$ und negativ (wie bei Hypersthen). Axenwinkel um c wechselnd, 2H meist 58—78°, auch gröfser. — Pleochroismus schwach, nur bei eisenreichen etwas deutlicher: $\mathfrak{c}$ graugrünlich, $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$ graugelblich.

Chemisches: $(Mg \cdot Fe)SiO_3$ mit 6—13 % FeO. Verhalten gegen Säuren, Reaktion und Umwandlung wie Enstatit. — V. d. L. sehr schwer schmelzbar.

Spez. Gew.: 3—3,5. *H.*: 4—5.

Unterscheidung siehe Enstatit.

48. HYPERSTHEN.

Form: Zweifache Ausbildung wie bei den vorigen: Schlanke Säulchen von der bei Enstatit angegebenen Kombination besonders im Hypersthenandesit verschiedener Fundpunkte als mikroporphyrische Ausscheidungen (daneben meist ebensolche von monoklinem Augit und farblosem, wasserhellem Plagioklas), rötlich oder grünlich je nach der Schnittlage, mit vollkommener Spaltbarkeit nach $\infty P(110) =$ ca. 88°, vielfach mit basischer, nicht geradlinig verlaufender Querabsonderung und (abgesehen von Glaseinschlüssen) frei von Einlagerungen.

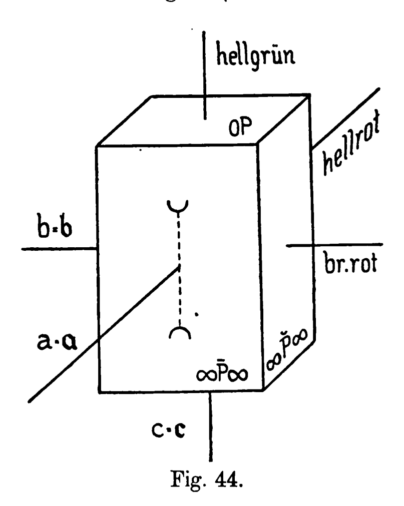


Fig. 44.

Ohne kristallographische Begrenzung besonders im Norit (Radauthal im Harz; Taberg in Schweden; Paulsinsel und Küste von Labrador, letztere beiden sehr reich an grofsen Hypersthenpartien). Die Spaltbarkeit nach $\infty \breve{P} \infty (010)$ herrscht vor, eine zweite nach $\infty \bar{P} \infty (100)$ tritt untergeordnet hinzu, manchmal auch noch eine dritte nach $\infty P (110)$. Der metallische kupferrote Schiller auf dem Brachypinakoid wird durch rotbraune oder gelbliche Täfelchen hervorgebracht (wahrscheinlich Titaneisen), welche ‖ der erwähnten Fläche gelagert sind und daher in allen anderen Schnitten als mehr oder weniger schmale Leistchen, oft nur strichartig erscheinen. — Eine Faserung in der Richtung der c-Axe, wie sie bei Enstatit und Bronzit Regel ist, fehlt hier meist gänzlich, ebenso die dort erwähnten Verwachsungen mit monoklinem Pyroxen.

Optisches: Grünlich oder rötlich bis rotbraun im Schliffe. Brechung höher als bei Enstatit und Bronzit: $\alpha = 1{,}692$, $\beta = 1{,}702$, $\gamma = 1{,}705$; Doppelbrechung etwas stärker: $\gamma - \alpha = 0{,}013$, gelb, orange in Schnitten nach $\infty \breve{P} \infty (010)$; $\gamma - \beta = 0{,}010$ in $\infty \bar{P} \infty (100)$, $\beta - \alpha$ aber nur 0,003 in $0P(001)$. Axenebene ist $\infty \breve{P} \infty (010)$, $a =$

spitze negative Bisectrix, a = 𝔞, b = 𝔟, c = 𝔠 (Fig. 44), der Axenwinkel um die spitze Bisectrix: 2H = 60—100°. Dispersion deutlich $\varrho > v$. — Pleochroismus recht merklich: 𝔞 braunrot, 𝔟 gelblich, 𝔠 graugrün, tritt also besonders in Vertikalschnitten hervor, am kräftigsten auf ∞P̆∞(010).

Chemisches: $(Mg \cdot Fe)SiO_3$ mit mehr als 14% FeO. Unangreifbar von Säuren. V. d. L. mehr oder weniger leicht zu grünlichschwarzem, oft magnetischem Glase schmelzbar. Eine Umwandlung in Bastit ist selten; manchmal entsteht ein Gemenge von Brauneisen und Kieselsäure, auch wohl eine schmutziggrüne bastitähnlichfaserige Substanz, wobei dann in Kriställchen die Umwandlung von den Quersprüngen ausgeht.

Spez. Gew.: 3,3—3,4. *H.*: 6.

Unterscheidung: Von Enstatit und Bronzit durch Pleochroismus. Monokline Pyroxene löschen nur in der orthodiagonalen Zone gerade aus, zeigen auch im konvergenten Lichte auf ∞P̄∞(100) und 0P(001) nur den Austritt einer einzelnen optischen Axe mit 1—2 Farbenringen, Hypersthen dagegen auf den entsprechenden Flächen Bisectricenaustritt (ein dunkles, verwaschenes Kreuz, welches sich beim Drehen öffnet). Die Trennung von monoklinen Pyroxenen ist besonders wichtig, weil letztere bisweilen in ganz ähnlichen Farben und Formen in ein und demselben Gestein zusammen vorkommen (Pyroxenandesite, Pyroxengranulit, Pyroxensyenit von Gröba bei Riesa).

RHOMBISCHE AMPHIBOLE.

Die beiden ziemlich selten vorkommenden Mineralien, Anthophyllit und dessen Thonerde haltende Varietät Gedrit sind gleich den monoklinen Amphibolen durch ein Prisma von ca. 124° charakterisiert.

49. ANTHOPHYLLIT.

Lange und schmale Prismen oder breitere, etwas abgeplattete Stengel im Anthophyllitgneifs von Oedegården bei Bamle in Norwegen, lichtbräunlich bis nahezu farblos im Schliffe, ohne terminale Flächen, vorwiegend begrenzt von ∞P(110), dazu mitunter ∞P̄∞(100), seltener ∞P̆∞(010); der Dünnschliff zeigt aufserdem farblosen Plagioklas (mit Zwillingslamellierung unter + Nic.), Quarz, reichlich Rutil und etwas Zirkon. In den Anthophyllitschnitten ist die Spaltbarkeit nach ∞P̄∞(100) viel vollkommener als die prismatische (ca. 125°), dazu eine Absonderung ungefähr nach 0P(001). — $\alpha = 1{,}633$, $\beta = 1{,}642$, $\gamma = 1{,}657$; Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}024$, welches auf ∞P̆∞(010) rot bis grün 2. Ordnung ergiebt; auf den anderen beiden Pinakoiden geringer, aber nicht unter die Quarzfarben heruntergehend. Axenebene ist ∞P̆∞(010), c = spitze positive Bisectrix,

a = 𝔞, b = 𝔟, c = 𝔠. — Dispersion nicht stark $\varrho < v$ um c. — Pleochroismus bei tiefer gefärbten Varietäten: 𝔠 lichtnelkenbraun, 𝔞 = 𝔟 lichtgelblich bis farblos. — Anthophyllit findet sich auch in divergentstrahligen büscheligen Aggregaten, deren Zwischenräume mit einem kleinkörnigen Quarz-Feldspatgemenge erfüllt sind, als Anthophyllitschiefer, welcher den kontaktmetamorphen Kalkstein von Miltitz bei Meifsen begleitet, wird auch mit Aktinolithschiefern vergesellschaftet aus der Gegend von Pirna erwähnt.

Chemische Zusammensetzung: $(Mg \cdot Fe) SiO_3$. Von Säuren kaum angreifbar. Mit Kieselflufssäure erhält man die Reaktionen auf Mg u. Fe (S. 54). — Spez. Gew.: 3,18—3,23. — H.: 5,5.

GEDRIT findet sich neben grüner Hornblende, braunem Biotit und goldgelbem Rutil im Gedritamphibolit von Hilsen bei Snarum, im Handstücke durch einen kräftig tiefblauen Schimmer auf $\infty \breve{P} \infty$(100) kenntlich. — Gestaltlich wie Anthophyllit. Die Spaltbarkeit nach ∞P (110) überwiegt hier die makropinakoidale; eine Querabsonderung ist weit verbreitet. — Im Schliffe von lichterer Farbe als Anthophyllit, von welchem er aufserdem durch geringeren Pleochroismus (𝔠 blafsbraun, 𝔞 = 𝔟 fast farblos) Thonerdegehalt, Lage der spitzen Bisectrix und geringeres spez. Gew. unterschieden ist. Axenebene ist zwar gleichfalls $\infty \breve{P} \infty$ (010), aber a = spitze negative Bisectrix; a = 𝔞, b = 𝔟, c = 𝔠. Brechung und Doppelbrechung nur wenig geringer: $\alpha = 1{,}623$, $\beta = 1{,}636$, $\gamma = 1{,}644$, so dafs $\gamma - \alpha = 0{,}021$, welches wie immer in der Axenebene zur Geltung kommt, die Farben aus dem Anfange der 2. Ordnung ergiebt.

Chemische Zusammensetzung wie Anthophyllit, aber mit Gehalt an Al_2O_3 (bis 12%, selten mehr). Von Säuren nicht merklich angreifbar. — Spez. Gew.: 2,98—3,1.

V. MONOKLINE MINERALIEN.

Das Charakteristische liegt in der geneigten a-Axe; nur Schnitte aus der orthodiagonalen Zone sind noch (meist mono-) symmetrisch, die anderen asymmetrisch. In optischer Hinsicht sind die monoklinen Mineralien dadurch ausgezeichnet, dafs nur noch eine der 3 Elastizitätsaxen mit einer kristallographischen zusammenfällt und zwar immer mit der Orthodiagonale b. Nur Schnitte der orthodiagonalen Zone löschen gerade aus, alle anderen schief; die Auslöschungsschiefe erreicht ihr Maximum auf $\infty P \infty$ (010) und ist ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel. Axenebene ist meist $\infty P \infty$ (010), b = 𝔟 und die Dispersion, welche hier nicht nur die optischen Axen, sondern auch die beiden Bisectricen betrifft, in diesem Falle geneigt (Fig. 45). Seltener steht die Axenebene senkrecht auf der

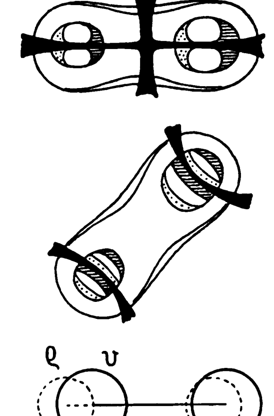


Fig. 45.

Symmetrieebene, dann fällt eine der beiden Bisectricen mit der Orthodiagonale zusammen, und die Dispersion ist horizontal (Fig. 46, *a*), wenn b = stumpfe Bisectrix, gekreuzt (Fig. 46, *b*), wenn

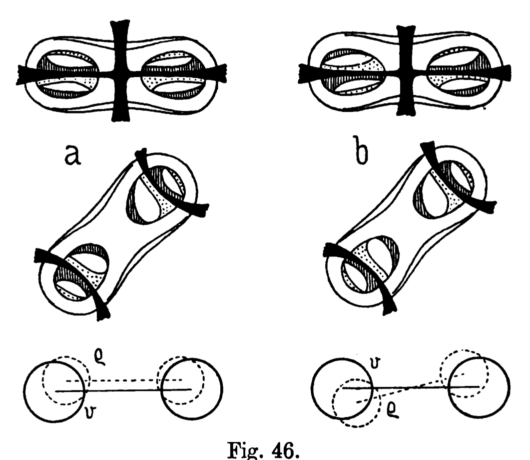


Fig. 46.

Schraffiert = Blau, punktiert = Rot.

b = spitze Bisectrix. — Pleochroitische Mineralien zeigen drei verschiedene Farben, deren Maxima zu allermeist mit den Elasticitätsaxen zusammenfallen.

50—55. MONOKLINE PYROXENE.

Die Glieder dieser artenreichen Gruppe haben unter sich (und mit den rhombischen Pyroxenen) das Prisma ∞P (110) von 87—88° gemeinsam, nach welchem eine vollkommene Spaltbarkeit verläuft. Charakteristisch sind vor allem die achtseitigen Querschnitte der Kristalle (gebildet durch das Prisma und die beiden vertikalen Pinakoide), in welchen jene nahezu rechtwinkelige Spaltbarkeit zum Ausdruck kommt. — Axenebene ist immer ∞P∞ (010), die Auslöschung auf dieser Fläche aber recht verschieden: c zu c (im stumpfen Winkel β) im Mittel bei Diopsid 38°, gemeinem (basaltischen) Augit 45°, Ägirinaugit 60°, Ägirin 94°. — In chemischer Hinsicht nicht minder wechselvoll gebaute Metasilicate: Die thonerdefreien sind aus den Grundverbindungen $CaMgSi_2O_6$ u. $CaFeSi_2O_6$ gemischt; dazu tritt in den thonerdehaltigen Gliedern noch $Mg(Al_2Fe_2)SiO_6$; ein Na-Gehalt wird durch Beteiligung des Akmitmoleküls $NaFeSi_2O_6$ hineingetragen.

50. GEMEINER (BASALTISCHER) AUGIT.

Form: Kurzprismatische Kristalle von der Kombination $\infty P(110) \cdot \infty \bar{P}\infty(100) \cdot \infty \breve{P}\infty(010) \cdot P(11\bar{1})$, wie sie z. B. an den gröſseren Auswürflingen in Basalttuffen des böhmischen Mittelgebirges sehr gut zu erkennen ist. Die Form der Durchschnitte $\perp c$ und nach den beiden vertikalen Pinakoiden sowie den Verlauf der prismatischen Spaltbarkeit (87.⁰) in denselben siehe an einem Modell. Der Winkel ändert sich natürlich mit der Neigung des Schnittes: Unregelmäſsige Sprünge sind sehr häufig auſserdem zu beobachten. Basaltische Gesteine der verschiedensten Art, besonders solche mit nicht allzu-

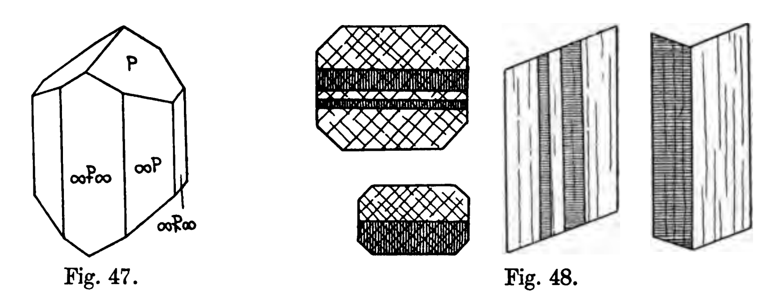


Fig. 47. Fig. 48.

groſsen Einsprenglingen, lassen diese und die folgenden Verhältnisse sehr gut erkennen. — Zwillingsbildung nach $\infty \bar{P}\infty(100)$ ist überaus weit verbreitet; bald besteht der Zwilling aus 2 Hälften, bald sind einem gröſseren Individuum eine oder mehrere, mitunter recht

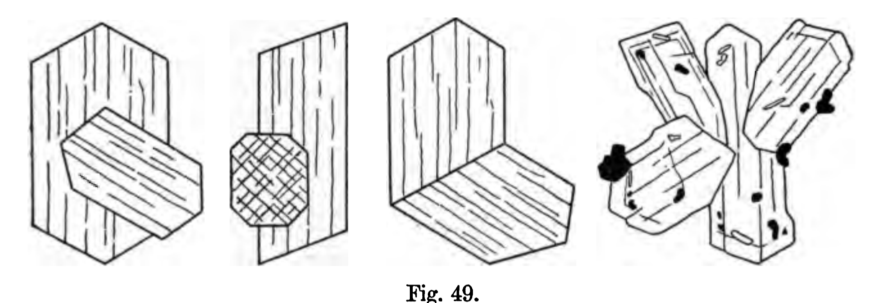


Fig. 49.

dünne Lamellen in Zwillingsstellung eingeschaltet (Fig. 48). Auf Schnitten nach $\infty \bar{P}\infty(100)$ kommt diese Erscheinung nicht zur Wahrnehmung; in solchen $\perp c$ halbiert die Zwillingsnaht den prismatischen Spaltwinkel, der achtseitige Umriſs wird nicht gestört, beide Teile löschen gleichzeitig aus, zeigen aber bei Drehung des Präparates verschiedene Polarisationsfarben und lassen sich mitunter

im gewöhnlichen Lichte schon an einer geringen Verschiedenheit ihrer bräunlichen Eigenfarbe erkennen. Am deutlichsten treten sie auf $\infty P \infty$ (010) hervor, mitunter schon durch einen einspringenden Winkel. — Viel seltener ist eine Durchwachsung zweier Individuen nach $- P \infty$ (101), deren c-Axen 81° bilden, oder eine solche nach P2 (122), in welchen c : c = ca 60° resp. 120°; in diesem letzteren Falle liegt meist ein kleineres Individuum halbeingesenkt in einem gröſseren oder sie sind als Kontaktzwillinge ausgebildet (Fig 49). — Recht häufig zeigen die Augiteinsprenglinge Zonenbau, meist schon an der etwas abweichenden Färbung der einzelnen Schichten kenntlich, mitunter durch fremde Einlagerungen deutlich gemacht, besonders aber unter + Nic. in der Nähe der Auslöschungsrichtung hervortretend. Die Schichten sind manchmal auſserordentlich fein und zahlreich und verlaufen gewöhnlich unter sich und den Umrissen des Schnittes parallel; mitunter aber zeigt der Kern — oft grün gefärbt — andere Flächen oder ist ganz unregelmäſsig gestaltet (besonders schön und reichlich in Basalten der Umgebung des Laacher Sees und der Eifel).

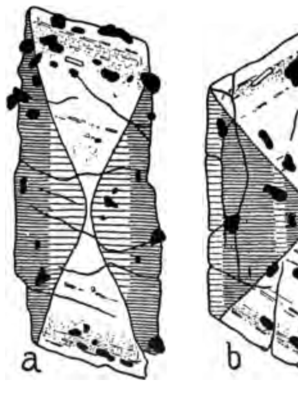


Fig. 50.

In den sogenannten „Sanduhrformen“ (Fig. 50) zerfallen Längsschnitte, die durch das Zentrum gehen, in 4 Sektoren, von welchen die beiden in der Richtung der c-Axe liegenden meist heller sind, andere Polarisationsfarben und Auslöschung zeigen. In Schnitten näher der Kristalloberfläche ragen von den kurzen Seiten her 2 Keile mehr oder weniger weit in das Innere. Es handelt sich bei diesen Gebilden höchst wahrscheinlich um den Absatz einer chemisch etwas abweichend beschaffenen Substanz auf ungleichwertigen Kristallflächen, und die Sektoren sind die Durchschnitte der „Anwachskegel“ (vgl. Min. u. petr. Mitt. XIII, 18, 239). Der Plagioklasbasalt von Stolpen (Sachsen) führt recht reichlich solche Sanduhraugite, auch in den knäuelartigen Durchwachsungen, in denen sich mitunter die obenerwähnten beiden selteneren Zwillingsgesetze finden. — Einschlüsse sind zahlreich und sehr verschiedener Art: Magnetitkörnchen und -kriställchen, bald regel-

los verteilt, bald auf eine randliche Zone beschränkt; Apatitnadeln mit grell weifsem sechsseitigen Querschnitt sind seltener und mehr in doleritischen Varietäten zu finden. Glaseinschlüsse, rundlich oder von unregelmäfsiger Gestalt sind sehr weit verbreitet (besonders grofs z. B. im Basalt von Unkel a. Rhein, vom Bausberge bei Kassel, im Dolerit von der Löwenburg im Siebengebirge), führen nicht selten 1, 2 auch 3 Bläschen und mikrolithische dunkle Ausscheidungen, haben in wenigen Fällen die Form des Augits (Spitzberg bei Böhmisch Leipa, Hochpochter in der Eifel, Gleesberg am Laacher See) und erfüllen manchmal den ganzen Kristall mit einem wahren Glasgeäder. In Leucitbasalten (Laacher See, Birresborn in der Eifel) liegen namentlich an den Rändern der Augitschnitte winzige Leucitkriställchen, kenntlich an ihrem achtseitigen Umrisse. Flüssigkeitseinschlüsse (oft flüssige CO_2) sind verhältnismäfsig selten (Pöhlberg, Scheibenberg im Erzgebirge), häufiger Gasporen. Die wie Einschlüsse erscheinenden Partien von gleicher Zusammensetzung wie die umgebende basaltische Grundmasse sind wohl meist nur durchschnittene Einstülpungen derselben, wie denn überhaupt Erscheinungen magmatischer Korrosion (S. 22) recht häufig auftreten. — Aufser den Einsprenglingen findet sich in Basalten der Augit in unzähligen kleinen, schlecht begrenzten Säulchen in der Grundmasse. — Mikroporphyrische Kriställchen von Augit trifft man in Augitandesiten (neben Hypersthen und wasserhellem farblosen Plagioklas), von lichtgrünlicher Farbe auch in Trachyten (Lohrberg, Drachenfels im Siebengebirge) und Hornblendeandesiten (Stenzelberg, Wolkenburg ebendaselbst).

Ohne Kristallumgrenzung sitzt der Augit in Diabasen, durch seine im frischen Zustande bräunliche Farbe leicht von den farblosen Plagioklasleisten und vom Olivin (im Olivindiabas) zu unterscheiden. Wenn er nach dem Feldspat festgeworden ist, wird er noch von den Leistchen desselben förmlich zerschnitten und erfüllt die Zwickel zwischen ihnen („ophitische Struktur"), wie z. B. in den schwedischen Diabasen von der Kinnekulle und vom Hunneberge u. a. O. — Verwachsungen mit grüner oder brauner Hornblende derart, dafs beide Mineralien $\infty P \infty$ (010) gemeinsam und c parallel haben, trifft man nicht selten im Teschenit, auch im Pikrit (Heim bei Oberdieten).

Optisches: Im Schliffe meist lichtgelblichbraun, seltener grünlich. Über die rötlichvioletten siehe unten Titanaugit. Lichtbrechung stark: $\alpha = 1{,}709$, $\beta = 1{,}715$, $\gamma = 1{,}730$ im Mittel, d. i. höher als bei

den rhombischen Pyroxenen; Doppelbrechung ziemlich stark: $\gamma - \alpha = 0{,}021$, rot und blau auf $\infty P \infty (010)$. Axenebene ist $\infty P \infty (010)$; die spitze positive Bisectrix ($\mathfrak{c}$) bildet mit der Vertikalaxe c 42—48° (im Augit von Frascati bis 54°) im stumpfen Winkel β (Fig. 51), erreicht auf dem Klinopinakoid dieses Maximum, fällt auf $\infty P \infty (100)$ mit c (den Spaltrissen) zusammen, d. h. wird = 0, und halbiert in Querschnitten den Winkel der Spaltrisse. Der weit verbreitete Zonenbau erschwert oft das Bestimmen der Auslöschungsrichtung ganz bedeutend, indem der Schnitt nie in seiner ganzen Ausdehnung zugleich dunkel wird. Differenzen von 10—15° zwischen Kern und Rand sind keine Seltenheit; es sind selbst solche von 26° gefunden worden. Die Ermittelung der Auslöschungsschiefe erfolgt ebenso wie andere Winkelmessungen unter dem Mikroskope (S. 33). Der Axenwinkel 2 V ist gröſser als 45°, meist 50—62°; Schnitte ⊥ auf die spitze Bisectrix lassen deutlich die geneigte Dispersion erkennen (S. 70), besonders in der 45°-Stellung, woselbst die eine Hyperbel innen rot, auſsen blau gesäumt ist, während die andere umgekehrt verteilte und viel mattere Farben zeigt. Schnitte ⊥ auf eine optische Axe — sie bleiben im parallelen Lichte unter + Nic. gleichmäſsig hell — zeigen nur einen Axenbalken (Fig. 28 auf S. 51) mit 1 oder 2 Farbenringen (Unterschied von den rhombischen Pyroxenen); solchen Axenaustritt zeigen mehr oder weniger randlich die Schnitte nach $\infty P \infty (100)$ und ⊥ zu c, die entsprechenden Schnitte rhombischer Pyroxene aber Bisectricenaustritt. — Pleochroismus schwach $\mathfrak{a} = \mathfrak{c}$ gelblich, $\mathfrak{b}$ bräunlich, manchmal kaum merkbar, am deutlichsten auf Querschnitten.

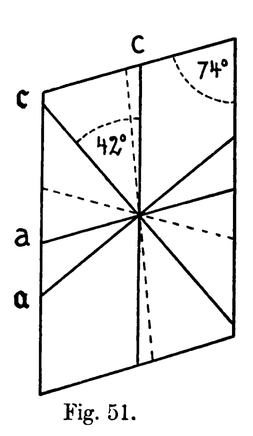


Fig. 51.

Chemisches: Mischungen von $(Mg \cdot Fe)CaSi_2O_6$ und $(Mg \cdot Fe)(Al \cdot Fe)_2SiO_6$. Von Säuren fast unangreifbar; die Verwitterung liefert faserige oder filzige, grüne, schwach polarisierende Aggregate von Chlorit, in welchen oft kleine Epidotkörnchen von lebhaften Polarisationsfarben, Eisenerze, Calcitpartikel, auch wohl stark lichtbrechende Anataspyramiden liegen; die Umwandlung geht von den Rändern und Sprüngen aus und zehrt schlieſslich das ganze Individuum auf (Diabase der verschiedensten Fundorte). Im weiteren Verlaufe entsteht aus dem Chlorit ein Gemenge von Brauneisen und Kieselsäure, mitunter von Calcit begleitet. In Trachyten und

Andesiten begegnet man einer Verdrängung der Augite durch Opal und Chalcedon; vgl. Min. u. petr. Mitt. 1881, IV, 122. Über die Umwandlung des Augits in Hornblende s. Uralit.

Spez. Gew.: 3,3—3,5. *H.*: 6.

Das sogenannte *TITANAUGIT* mit einem Gehalt an TiO_2 bis zu 3 % zeichnet sich im Schliffe bei sonst übereinstimmender Formausbildung, Mikrostruktur und optischer Orientierung durch lebhaft rötlichviolette Farbe aus (Dolerit des Löbauer Berges, auch nicht selten in anderen basaltischen Gesteinen). Der Pleochroismus ist sehr deutlich: c rötlichviolett, b wenig lichter, a hellbräunlichgelb (Fig. 52). Besonders stark ist die Dispersion; im weifsen Lichte erfolgt keine vollkommene Auslöschung mehr; bei einer Drehung vom Maximum der Dunkelheit aus nach der einen Seite erscheinen lavendelblaue, nach der anderen Seite bräunliche Farben (nicht zu verwechseln mit dem Verhalten von Schnitten ⊥ auf eine optische Axe, welche eine und dieselbe Farbe während der Drehung beibehalten).

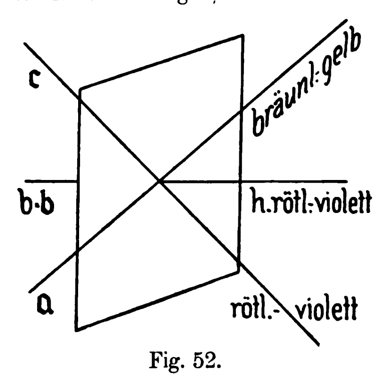


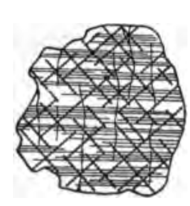
Fig. 52.

51. OMPHACIT.

Immer in Körnern, lichter oder intensiver grasgrün im Schliffe und mit prismatischer Spaltbarkeit. Auf Eklogite beschränkt, deren Hauptgemengteil er neben rotem Granat ist. Keinen merklichen Pleochroismus und aufser goldgelben bis rotbraunen Rutilsäulchen frei von Einschlüssen. Dagegen kommen manchmal Verwachsungen mit einer sattgrünen Hornblende (Smaragdit) vor, wobei beide Mineralien $\infty P \infty$ (010) und c parallel haben; die Hornblende ist an ihrer intensiveren Farbe und der geringeren Auslöschungsschiefe (ca 15°) kenntlich, welch letztere bei Omphacit 35—45° beträgt. Optische Orientierung, Polarisationsfarben und chemische Zusammensetzung wie gemeiner Augit (Al_2O_3 etwa 9 %). — Spez.-Gew.: 3,24—3,3.

52. DIALLAG.

Form: Keine Kristalle. Hauptgemengteil im Gabbro und hier am besten zu studieren. Charakteristisch ist eine sehr deutliche Teilbarkeit nach $\infty P \infty$ (100), welche in Schnitten ⊥ c den gewöhnlichen prismatischen Spaltwinkel halbiert (Fig. 53), auf $\infty P \infty$ (010) diesen Spaltrissen parallel verläuft. Eine Spaltbarkeit nach dem Klinopinakoid ist meist nur unvollkommen, zuweilen aber besser als die prismatische ausgebildet; auch eine Teilbarkeit nach 0P (001) ist nicht


Fig. 53.

selten. — Weit verbreitet ist eine feine Zwillingslamellierung nach der Basis, desgleichen eine Durchwachsung mit dünnen Lamellen eines rhombischen Pyroxens (Bronzit) derart, dafs $\infty\breve{P}\infty$(010) des letzteren mit $\infty P\infty$(100) des Diallags und die Prismenflächen beider zusammenfallen. In Schnitten nach $\infty P\infty$(100) tritt diese Verwachsung unter + Nic. nicht hervor, weil hier beiderlei Lamellen gerade auslöschen, sehr deutlich aber auf $\infty P\infty$(010), wo Bronzit gerade, Diallag mit etwa 40° auslöscht. — Längsschnitte sind oft in der Richtung der c-Axe faserig, enthalten auch mitunter die bei Enstatit und Bronzit erwähnten lang cylindrischen Hohlräume, bald leer, bald mit verschiedenerlei Zersetzungsprodukten erfüllt. Recht häufig finden sich bräunliche oder dunkle Lamellen, vorwiegend ‖$\infty P\infty$(100) gelagert, die in anderen Schnitten als dichtgescharte kürzere oder längere Striche erscheinen und den halbmetallischen Schimmer auf den Ablösungsflächen bedingen.

Optisches: Graugrün, seltener bräunlich im Schliffe. Lichtbrechung etwas geringer als Augit: $\alpha = 1{,}679$, $\beta = 1{,}681$, $\gamma = 1{,}703$; Doppelbrechung ebenso stark: $\gamma - \alpha = 0{,}024$; auf $\infty P\infty$(010) demnach die Farben aus dem Anfange 2. Ordnung; in anderen Schnitten aber z. T. sehr schwach ($\beta - \alpha$ nur 0,002). Axenebene ist $\infty P\infty$(010); die spitze positive Bisectrix (𝔠) bildet mit c 39—40° im stumpfen Winkel β. 2 V = ca 59°, infolge der fast stets begonnenen Wasseraufnahme niedriger (bis 48°). Auf Spaltblättchen nach $\infty P\infty$(100) tritt randlich eine Axe aus (wichtiges Unterscheidungsmittel von rhombischen Pyroxenen und von Bastit ohne Dünnschliff). — Pleochroismus im Schliffe kaum wahrnehmbar, selten 𝔞 = 𝔠 grünlichgrau, 𝔟 gelblichgrau.

Chemisches: Zusammensetzung wie gemeiner Augit, aber arm an Al_2O_3 (1—4%) und dadurch dem Diopsid genähert. V. d. L. ziemlich leicht schmelzbar. — Die Umwandlung verläuft nach 2 Richtungen hin: Eine wirkliche Zersetzung, bei welcher faserige serpentinartige oder chloritische Produkte (mit Epidot und Calcit) oder seltener schuppige Aggregate von Talk entstehen; häufig aber erfolgt eine Umsetzung ohne Wasseraufnahme in grüne Amphibolmineralien (anscheinend Strahlstein, auch Smaragdit), wobei wohl die Mitwirkung gebirgsbildenden Drucks Voraussetzung ist (vgl. Min. u. petr. Mitt. 1885, VII, 75).

Spez. Gew.: 3,23—3,34. *H.*: 4.

53. DIOPSID u. MALAKOLITH.

Thonerdefreie oder daran sehr arme Pyroxene ohne Absonderung nach $\infty P \infty$ (100), im Schliffe farblos oder in verschiedenem Grade gras- oder lauchgrün, Kristalle (Diopsid) oder Körner (Malakolith) mit prismatischer Spaltbarkeit (87°) und annähernd basischer grober Absonderung. Zwillingslamellen nach $\infty P \infty$ (100) sind nicht häufig. — Lichtbrechung ziemlich stark: Für Diopsid im Mittel $\alpha = 1{,}672$, $\beta = 1{,}679$, $\gamma = 1{,}701$. Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}029$ mit den lebhaften Farben der 2. Ordnung. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010); die spitze positive Bisectrix c bildet mit c 37—39° im stumpfen Winkel β. 2 V = 59° (2E = 112°). Pleochroismus nicht merklich. — Derartige Pyroxene finden sich in rundum ausgebildeten Kristallen von ziemlich intensiver Farbe in Pyroxengraniten (z. B. von Laveline in den Vogesen neben Biotit; von Oberbruck im Dollerenthal des Oberelsaſs; in den Cheviot Hills, Nordengland), ferner im Augitsyenit vom Monzoni (bisweilen mit dunkelgrüner Hornblende in paralleler Stellung verwachsen), ganz blaſsgrün im Kersantit (St. Maurice in den Vogesen; Langenschwalbach u. a.) neben braunen Biotittäfelchen und trübem Plagioklas. Vielleicht gehören hierher auch z. T. die lichtgrünen Pyroxensäulchen im Pyroxenquarzporphyr der Umgebung von Leipzig (frische Stücke wählen!). — In ziemlicher Verbreitung begegnet man ihnen in kristallinen Schiefern: In Pyroxengneiſsen (neben Hypersthen), in vielen Amphiboliten, besonders reichlich im sogenannten „Salitamphibolit" (Raspenau in Nordböhmen; Adlersruh bei Kupferberg in Schlesien; mehrorts in Schweden), auch in Kalksilikathornfelsen (vgl. Min. u. petr. Mitt. 1875, 45. 1882, IV, 297, 375). Ein Malakolithfels (mit wenig Quarz) wird von Rochlitz am böhmischen Fuſse des Riesengebirges beschrieben.

Chemische Zusammensetzung: $CaMgSi_2O_6$, zu welchem in den intensiver gefärbten noch $CaFeSi_2O_6$ tritt; auſserdem öfter ein geringer Gehalt an Al_2O_3. Von Säuren nicht angreifbar. Eine Umwandlung in grüne faserige Aggregate von Serpentin und Chlorit mit reichlicher Ausscheidung von Calcit, auch wohl von Kieselsäure ist häufig und geht gern von der Querabsonderung aus; gut zu studieren in Minetten (St. Michaelis bei Freiberg u. a.), wo die Umrisse erhalten bleiben und gewöhnlich durch einen Saum opaker Körnchen noch deutlicher hervortreten. Besonders die achtseitigen Querschnitte sind leicht wiederzuerkennen. Eingewachsene Apatite und braune Spinelloktaëderchen liegen unzersetzt in den Umwandlungsprodukten. — Spez. Gew.: 3,3.

Zu diesen Pyroxenen gehört auch der *SALIT* von Sala, farblos im Schliffe, 2E = 112°. Der farblose, gern lamellar nach 0P (001) verzwillingte Augit in den sogenannten „Salitdiabasen", wie solcher vom Halleberg am Wenernsee, aus dem nördlichen England und den Vereinigten Staaten Nordamerikas beschrieben wird, ist jedenfalls kein Salit, da bei ihm c : c = 44° und 2E nur 36° beträgt. — Es herrscht überhaupt in der ganzen Gruppe noch keineswegs die wünschenswerte Klarheit; die Benennung erfolgt vielfach nur auf Grund der blaſsgrünen Farbe ohne eingehendere optische und vor allem chemische Prüfung, und oft wäre die vorsichtigere Bezeichnung „diopsidartiger", „malakolithähnlicher" Augit bis zur definitiven Entscheidung angebrachter.

Anm.: Als Chromdiopsid bezeichnet man einen im Handstücke smaragdgrünen, im Schliffe fast farblosen Pyroxen in Olivingesteinen, der wegen seines

hohen Gehaltes an Al_2O_3 gar nicht zur Diopsidreihe gehört: Im Lherzolith vom Weiher Lherz mit 4% Al_2O_3 und 1,3 Cr_2O_3; in Olivinbomben des Dreiser Weihers mit 7,42 Al_2O_3 und 2,61 Cr_2O_3.

54. ÄGIRIN (u. AKMIT).

Form: Der gesteinbildende Ägirin tritt gewöhnlich in schlanken Säulchen ohne terminale Flächen auf, in der vertikalen Zone begrenzt von $\infty P(110) = 87^0 11^0$, $\infty P\infty(100)$ und $\infty P\infty(010)$, von welchen in der Regel das Orthopinakoid vorwiegt und eine geringe Abplattung bewirkt, während das Klinopinakoid zuweilen ganz fehlt; nicht selten bildet er lange schilfige Stengel mit unregelmäfsig spiefsigen Enden, annähernd parallel oder auch divergentstrahlig aggregiert und oft reichlich von kleinen Nephelinrechtecken und -sechsecken durchwachsen (so besonders in Phonolithen: Milseburg und Steinwand in der Rhön, Kottmar und Hochwald in der Lausitz u. a. m.), auch wohl zu morgensternartigen Knäueln vereinigt (Steinwand in der Rhön) oder pinselartig an den gröfseren Gemengteilen sitzend. Kleine isolierte Säulchen liegen in der Grundmasse der meisten Phonolithe (die grofsen grünen Schnitte gehören fast alle dem Ägirinaugit an), auch in der des Ägirintrachyts vom Kühlsbrunnen im Siebengebirge (früher fälschlich als Akmittrachyt bezeichnet). Gröfsere Individuen finden sich reichlich im Eläolithsyenit von Beemerville, auch in südnorwegischen und grönländischen Eläolithsyeniten, hier oft mit dem ganz ähnlichen Ägirinaugit sowie mit fast farblosem, diopsidartigen Pyroxen zusammen. An diesen gröfseren Individuen tritt die vollkommene prismatische Spaltbarkeit hervor, mitunter auch eine ziemlich gute nach $\infty P\infty(010)$. In nordamerikanischen Therolithen umwächst Ägirin einen blafsgrünen, fast farblosen Augit, sitzt auch in divergentstrahligen Büscheln an dessen Kanten und Ecken und bildet aufserdem spärliche, selbständige kleine Prismen. — Einschlüsse und Zwillinge nach $\infty P\infty(100)$ sind selten.

Optisches: Schwärzlichgrün im Handstücke, saftgrün oder grünlichgelb im Dünnschliffe je nach der Schnittlage. Lichtbrechung höher als bei den übrigen Pyroxenen: Im Mittel $\alpha = 1{,}767$, $\beta = 1{,}802$, $\gamma = 1{,}815$. Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}084$; daher höhere Polarisationsfarben als die anderen Glieder der Familie; doch wird in einigermafsen dickeren Schnitten die Lebhaftigkeit der Farben durch die Eigenfarbe abgestumpft oder verdeckt. Axenebene ist $\infty P\infty(010)$, die der Vertikalen c zunächst liegende Elasticitätsaxe

hier aber die negative spitze Bisectrix ($\mathfrak{a}$) welche mit c etwa $3\frac{1}{2}$ bis 4^0 im stumpfen Winkel β bildet (Fig. 54). $2V = ca\ 62^0$; die Dispersion $\varrho > v$ ist deutlich: $\mathfrak{a}:c$ für Rot $3^0 30'$, für Grün $4^0 58'$; deshalb treten in Schnitten, die nicht der orthodiagonalen Zone angehören, die bei Titanaugit (S. 76) beschriebenen Erscheinungen auf. Der geneigte Charakter der Dispersion kommt in Schnitten ⊥ auf die spitze Bisectrix sehr deutlich in der verschiedenen Intensität der Farbensäume an den Hyperbeln (bei Diagonalstellung) zum Ausdruck. — Pleochroismus kräftig: $\mathfrak{a}$ saftgrün, $\mathfrak{b}$ gelblichgrün, $\mathfrak{c}$ bräunlichgelb. Die erste Farbe stellt man in Längsschnitten fest, die anderen beiden in Querschnitten.

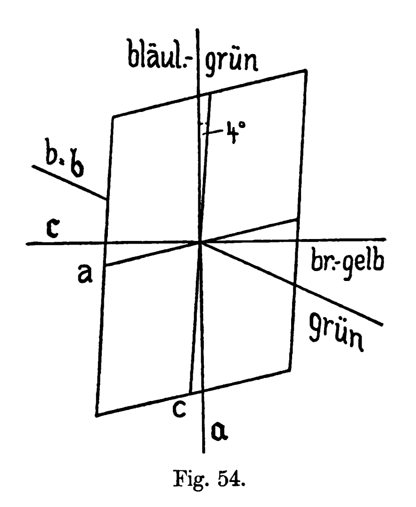


Fig. 54.

Chemisches: $NaFeSi_2O_6$. Von Säuren nur wenig angreifbar. V. d. L. leicht schmelzbar zu glänzend schwarzer magnetischer Perle unter starker Na-Färbung der Flamme. Umwandlungserscheinungen fehlen bei dem gesteinbildenden Ägirin.

Spez. Gew.: 3,5—3,6. *H.*: 6 (und darüber).

Unterscheidung von gemeiner Hornblende und von Ägirinaugit s. letzteren.

AKMIT ist viel seltener als Ägirin, mit welchem er in chemischer Zusammensetzung, Lichtbrechung und optischer Orientierung übereinstimmt; er unterscheidet sich von ihm durch etwas gröfsere Auslöschungsschiefe ($\mathfrak{a} : c = 5\frac{1}{2}—6^0$), braune Farbe im Schliff ($\mathfrak{a}$ dunkelbraun, $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ bräunlichgrün) und durch häufigere Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ (100). — Findet sich spärlich in Eläolithsyeniten von Eger und Brevig in Norwegen, hin und wieder auch in der Grundmasse von Phonolithen.

55. ÄGIRINAUGIT.

Meist gedrungene Säulchen, welche wesentlich die Formen des Augits zeigen, grün wie Ägirin, mit dem er in Lichtbrechung und Polarisationsfarben übereinstimmt, aber viel gröfsere Verbreitung besitzt: Mikroporphyrisch in rundum ausgebildeten Kristallen in zahlreichen Phonolithen; in grofser Menge im Leucitphonolith von Rieden am Laacher See, im Haüynophyr von Melfi (Italien), im Ijolith (Ås auf Alnö). Nicht selten umschliefst er einen bräunlich oder violett-

MONOKLINE PYROXENE.

	Form	Farbe	Pleochroismus	Optische Orientierung	2 V	Auslöschung	Chemische Zusammensetzung	Haupt-Vorkommen	Spez. Gew.	
Augit	Kristalle, Körner	rötlich-braun	schwach: a = c gelblich, b bräunlich	spitze pos. Bis. c im stumpfen Winkel β	meist 50–68°	c : c > 42°	$(MgFe)CaSi_2O_6$, $(MgFe)(AlFe)_2SiO_6$	Basalte, Andesite, Diabasgesteine	3,3 – 3,5	Titanaugit: rötl. violett, stark pleochroitisch; starke Dispersion.
Omphacit	Körner	grasgrün	—	desgl.	?	c : c 35—45°	desgl.	Eklogit	3,24—3,3	—
Diallag	blätterige Massen	grau-grün, bräunlich	selten deutlich: a = c grünlichgrau, b gelblichgrau	desgl.	(48—) 59° ca.	c : c 39—40°	desgl., Al_2O_3-arm	Gabbro	3,23—3,34	vollk. Teilbarkeit nach ∞P∞(100). Bronzitlamellen.
Diopsid u. Malakolith	Kristalle, Körner	blaſsgrün	—	desgl.	59°	c : c 37—39°	$Ca(MgFe)Si_2O_6$	kristalline Schiefer	3,3	—
Ägirin	Kristalle, Säulchen	saftgrün	a saftgrün, b gelblichgrün, c bräunlichgelb	spitze neg. Bis. a im stumpfen Winkel β	ca. 62° 30′	a : c $3^1/_2$—4°	$NaFeSi_2O_6$	Eläolith-syenit, Phonolith	3,5 – 3,6	starke Dispersion.
Akmit	desgl.	braun	a dunkelbraun, b = c bräunlichgelb	desgl.	desgl.	a : c $5^1/_2$—6°	desgl.	desgl.	desgl.	—
Ägirin-augit	Kristalle	saftgrün	a grasgrün, b saftgrün, c gelblich	a im spitzen Winkel β	?	a : c < 35°	wie Augit, Na-reich	desgl., Ijolith, Haüynophyr	—	—

grauen Kern von gemeinem Augit, während er selbst randlich in Ägirin übergeht, wie die Auslöschungsschiefe zeigt. — Axenebene ist ∞P∞ (010), die der Vertikalen c zunächst liegende Elastizitätsaxe (wie bei Ägirin) 𝔞, ihre Neigung gegen c aber in der Regel kleiner als 35° im spitzen Winkel β (Fig. 55). — Pleochroismus stark: 𝔞 grasgrün, 𝔟 saftgrün, 𝔠 gelblich oder bräunlichgelb mit grünlichem Stich.

Fig. 55.

Chemische Zusammensetzung wie gemeiner Augit mit beträchtlichem Na-Gehalt (5—8,5 % Na_2O), d. i. mit starker Beimengung des Akmitmoleküls.

Unterscheidung: Von Ägirin durch die grofse Auslöschungsschiefe; von grüner Hornblende vor allem durch die fast rechtwinkelige Spaltbarkeit in Querschnitten (in gleichen Schnitten bei Hornblende beträgt der Spaltwinkel ca. 124°).



56. WOLLASTONIT.

Breitstengelige bis blätterige Individuen, an diesen besonders ∞P∞ (100) entwickelt (Fig. 56); die Längsrichtung der Stengel entspricht der Orthodiagonale b. Querschnitte sind leistenförmig, Vertikalschnitte nach ∞P∞ (010) ebenfalls, nach ∞P∞ (100) mehr tafelartig. Die Spaltbarkeit verläuft recht vielseitig: vollkommen nach 0P(001) und ∞P∞ (100), gegeneinander um 95° 30′ geneigt; etwas weniger vollkommen nach P∞ (̄101) und ½ P∞ (̄102), letztere beiden Flächen gegen das Orthopinakoid um 129° 35′ resp. 110° 4′ geneigt. Alle diese Richtungen liefern Risse, welche in Schnitten der orthodiagonalen Zone untereinander und der b-Axe (der Längserstreckung) parallel laufen; auf ∞P∞ (010) treten sie in mehreren sich kreuzenden Sprungsystemen aus. — Zwillinge nach ∞P∞ (100) sind nicht selten; die Basisflächen (resp. die Spaltrisse nach diesen) bilden dann 169° miteinander.

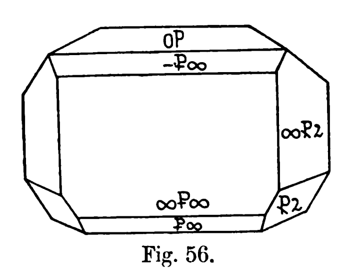


Fig. 56.

Wollastonit ist vorzugsweise an körnige Kalksteine gebunden, besonders an kontaktmetamorph beeinflufste; so bildet er bei Auerbach an der Bergstrafse weifse, seidenglänzende, faserige und stengelige Massen im körnigen Kalk, besonders am Kontakt mit Granit; im Kalkstein von Lengefeld bei Marienberg (Erzgebirge) weifsgraue Stengel; in den Kalksteinauswürflingen des Mte. Somma blätterige Partien; ähnlich auch in den Kalksteineinschlüssen vom Capo di Bove und von Santorin, überall gern von Pyroxen und Granat begleitet. Seltener findet er sich in kristallinen Schiefern (Min. u. petr. Mitteil. III, 1880, 372. VIII, 1887, 227).

Farblos im Dünnschliffe. Lichtbrechung mäfsig: $\alpha = 1{,}621$, $\beta = 1{,}633$, $\gamma = 1{,}635$ (Wollastonit von Orawitza). Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}014$; doch sind die Polarisationsfarben nicht selten beträchtlich höher, als man nach obiger Differenz vermuten sollte. Axenebene ist ∞P∞ (010); die negative spitze Bisectrix 𝔞 bildet mit der Vertikalaxe c ca. 58° im stumpfen Winkel β (c : 𝔠 etwa

32° im spitzen Winkel β, siehe Fig. 57). $2E_{\varrho} = 70°40'$, $2E_{v} = 68°24'$; alle Schnitte der orthodiagonalen Zone zeigen Axen- oder Bisectricenaustritt, wobei deutlich zu erkennen ist, dafs die Axenebene ⊥ auf den Spaltrissen steht. — Kein Pleochroismus.

Chemische Zusammensetzung: $CaSiO_3$. Wird von heifser HCl leicht unter Gelatinieren zersetzt; in der nicht zu konzentrierten Lösung ist mit H_2SO_4 der Ca-Gehalt als Gips nachzuweisen (S. 24). V. d. L. schwierig zu durchscheinendem Glase schmelzbar. — Spez. Gew.: 2,78—2,91. — H.: 4,5—5.

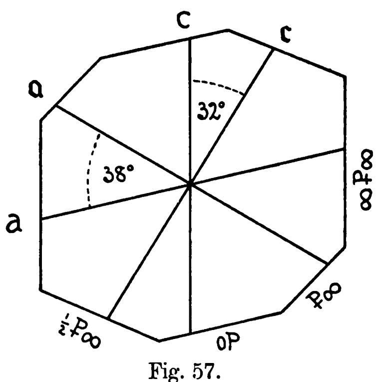


Fig. 57.

Unterscheidung: Der gleichfalls nach der Orthodiagonale gestreckte Epidot gelatiniert nicht mit HCl, hat höhere Lichtbrechung und meist zeisiggrüne Farbe. Farblose Amphibole sind unlöslich in HCl und zeigen in Querschnitten die prismatischen Spaltrisse von 124°. Zoisit hat viel niedere (lavendelblaue) Polarisationsfarben.

57—64. MONOKLINE AMPHIBOLE.

Das beste Merkmal dieser artenreichen Gruppe (wie auch der rhombischen Glieder) ist der Prismenwinkel von ca. 124°, welcher in den sechsseitigen oder rhombischen Querschnitten zum Ausdruck kommt. Parallel dem Prisma verläuft auch die sehr vollkommene Spaltbarkeit, das hauptsächlichste Unterscheidungsmittel von den Pyroxenen. Axenebene ist immer ∞P∞ (010), die Auslöschungsschiefe nur ausnahmsweise gröfser als 18°, der Pleochroismus (abgesehen von den blafsgefärbten Varietäten) stark, besonders bei den braunen Arten. Die chemische Zusammensetzung stimmt im allgemeinen mit der der Pyroxene überein, so dafs auch hier thonerdefreie, thonerdehaltige und natronreiche Glieder einander gegenüberstehen; doch wird öfter ein Gehalt an F und an Hydroxyl gefunden, der den Pyroxenen fremd ist.

57. GEMEINE HORNBLENDE.

Form: Selten rundum ausgebildete Kristalle und dann hauptsächlich begrenzt von ∞P(110) = 124° 30′, ∞P∞ (010) und P∞ (011), wie in manchen Dioritporphyriten (Suldenit und Ortlerit vom Suldengletscher); meist Säulchen, die nur in der vertikalen Zone Kristallflächen aufweisen, oder ganz unregelmäfsige Körner. Sehr vollkommen spaltbar nach ∞P(110); parallele Risse, gerade und anhaltend, in Längsschnitten, unter dem Prismenwinkel sich kreuzende

in Querschnitten. Zwillinge nach $\infty P \infty$ (100) sind nicht selten. Schnitte $\perp$ c und solche nach $\infty P \infty$ (010) lassen dann gewöhnlich 2 Hälften erkennen, mitunter auch einem gröfseren Individuum eingelagerte Lamellen. So findet sich gemeine Hornblende (grün im Schliffe) in Syeniten (Meifsen, Plauenscher Grund u. a. neben farblosem Feldspat, wenig Quarz und rötlichbraunem, stark lichtbrechenden Titanit) mit Einschlüssen von Eisenerz und Apatit; in Hornblendegraniten (oft neben Biotit und dann nicht mit dessen grünen chloritischen Zersetzungsprodukten zu verwechseln), im Diorit, im Tonalit (bisweilen mehr oder weniger bräunlich, meist neben viel Biotit), im Hornblendegneifs und vor allem in Amphiboliten und Amphibolschiefern, in letzteren mitunter nicht in der

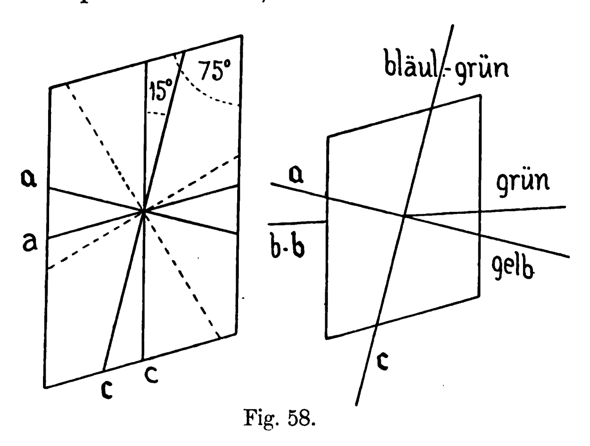


Fig. 58.

sonst üblichen kompakten Ausbildung, sondern als ein Gewirr pilitischer Fasern (so auch in den „Grünschiefern"); die Hornblende der Gneifse und Amphibolite enthält aufser anderen Einschlüssen öfter Zirkone mit dunklen pleochroitischen Höfen.

Optisches: Schwarzgrün bis schwarz im Handstücke, grün (sehr selten braun) im Dünnschliffe. Lichtbrechung mäfsig: $\alpha = 1{,}630$, $\beta = 1{,}642$, $\gamma = 1{,}653$. Doppelbrechung beträchtlich: $\gamma - \alpha = 0{,}023$; doch werden die Polarisationsfarben von der Eigenfarbe gedämpft. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010); die spitze negative Bisectrix bildet mit der Vertikalen c 72—75° im stumpfen Winkel β (Fig. 58); man mifst indessen lieber die Neigung c : $\mathfrak{c}$, die 15—18° im spitzen Winkel β beträgt, und bestimmt den anderen Winkel allenfalls der Kontrolle halber; beide Werte müssen zusammen 90° geben. Übrigens ist es recht schwierig, genau auf das Maximum der Dunkelheit einzustellen, und ein Schwanken von 2—3°, besonders

bei intensiver gefärbten Mineralien, keine Seltenheit. Von den mancherlei Hilfsmitteln zur möglichst genauen Bestimmung der Auslöschungsschiefe ist die Quarzquadrantenplatte das empfindlichste. Sie ist mit einem Okular verbunden, wird an Stelle eines solchen eingesetzt und besteht aus 2 rechts- und 2 linksdrehenden, je einen Quadranten bildenden Quarzplatten, die so zusammengekittet sind, dafs die 2 gleichnamigen über Kreuz liegen. Gehen die Trennungslinien dem Fadenkreuz parallel, so erscheinen bei + Nic. alle 4 Felder nur dann in derselben Farbe, wenn der zu prüfende Mineraldurchschnitt eben auslöscht; bei der geringsten Abweichung aus dieser Lage erscheinen zwar die gegenüberliegenden Quadranten noch gleich, die anliegenden aber verschieden gefärbt. — In Ausnahmefällen sind bei gemeiner Hornblende Auslöschungsschiefen bis zu 26°, selbst bis 30° gemessen worden. — $2V = 84°$, die Dispersion $\varrho < v$, der Pleochroismus stark: $\mathfrak{a}$ hellgrünlichgelb, $\mathfrak{b}$ grasgrün, $\mathfrak{c}$ blaugrün; die ersten beiden Farben lassen sich in Querschnitten feststellen ($\mathfrak{a}$ die kurze, $\mathfrak{b}$ die lange Diagonale), die dritte in Längsschnitten. Man hat im Pleochroismus ein Mittel zur Hand, Schnitte $\parallel \infty P \infty$ (100) von solchen nach $\infty P \infty$ (010) ohne Prüfung der Auslöschung zu unterscheiden; erstere zeigen blaugrün — grün, letztere blaugrün — gelb.

Chemisches: Hauptsächlich Mischungen von $(MgFe)_3CaSi_4O_{12}$ und $(MgFe)_2(AlFe)_4Si_2O_{12}$ wie gemeiner Augit, oft mit geringem Gehalt an Alkalien. Von Säuren sehr wenig angegriffen (es wird Fe extrahiert). Die Umwandlung findet meist in Chlorit statt unter gleichzeitiger Bildung von Epidot (stark lichtbrechend, hell zeisiggelb und mit sehr lebhaften Polarisationsfarben); oft erfolgt dabei eine Abscheidung von Eisenerz oder von Calcit und Kieselsäure; die chloritischen Aggregate liefern ihrerseits bei weiterer Zersetzung Gemenge von Brauneisen, Kieselsäure und thoniger Substanz, innerhalb welcher sich auch Karbonate ansiedeln können. — Selten ist eine Umwandlung der Hornblende in Serpentin (Rauenthal bei Markirch, Vogesen); dieser unterscheidet sich dann durch die sogen. „Gitterstruktur“, das sind Streifen im Hornblendenwinkel, von dem aus Olivin entstandenen mit „Maschenstruktur“.

Spez. Gew.: 3,15 — 3,33. *H.*: 6.

Unterscheidung: Von Ägirin und Ägirinaugit siehe letzteren. — Chlorit hat viel schwächere, oft lavendelblaue Polarisationsfarben, keine Spaltbarkeit in Basisschnitten und ist durch H_2SO_4 leicht zersetzbar.

58. BASALTISCHE HORNBLENDE.

Form: Immer Kristalle; die gewöhnlichste Kombination zeigt $\infty P(110) \cdot \infty \breve{P}\infty(010) \cdot 0P(001) \cdot P(\bar{1}11)$. Die Form der Durchschnitte und den Verlauf der prismatischen Spaltbarkeit in denselben siehe Fig. 59, *a*. Zwillinge nach $\infty \bar{P}\infty(100)$ sind häufig und erscheinen bald als 2 Hälften, bald als zwischengelagerte Lamellen (Fig. 59, *b*). Die Zwillingsnaht halbiert in Querschnitten den Spaltwinkel, geht in Längsschnitten der Spaltbarkeit parallel; auf $\infty \breve{P}\infty$ erscheint sie als feine Linie, auf Schnitten im Sinne eines Prismas als mehr oder weniger breites farbiges Band unter + Nic., ähnlich einer Zwillingslamelle; doch löscht dieser Streifen nie völlig aus, weil er aus 2 keilförmig übereinandergreifenden Lagen der beiden Zwillingshälften gebildet wird, von welchen immer die eine Polarisations-

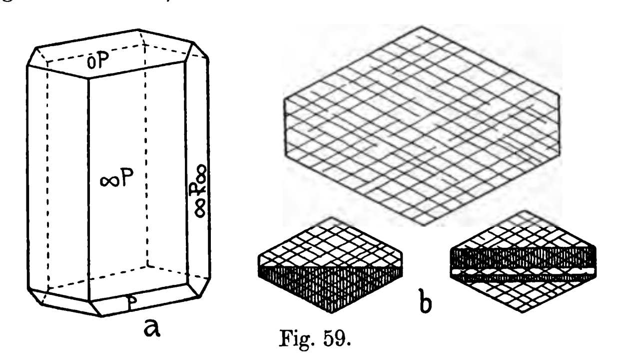


Fig. 59.

farben zeigt, wenn die andere auf Dunkel steht und umgekehrt. In Schnitten, welche alle 3 Axen treffen, bildet die Zwillingsnaht oder -lamelle beliebige Winkel mit den Spalt- und Umrifslinien, und dann sieht es wohl so aus, als ob eine Zwillingsbildung nach ganz anderen Flächen vorläge. Makroskopische Kristalle und Zwillinge, bräunlichschwarz mit glatten, glänzenden Spaltflächen beim Zerschlagen, finden sich in sehr schöner Ausbildung besonders als Auswürflinge in basaltischen Tuffen (böhmisches Mittelgebirge; Umgegend der Wasserkuppe in der Rhön: Pferdskopf und bei Abtsroda). Im Dünnschliffe braun, durch magmatische Korrosion oft in der Form arg gestört, meist mit einem dunklen Saum anscheinend von Eisenerzkörnchen (siehe unten: Magmatische Resorption); so besonders in Ergufsgesteinen: In Hornblendeandesiten (Stenzelberg und Wolkenburg im Siebengebirge; Kranikel bei Köttelbach in der Eifel; Ungarn, Zentralfrankreich u. a.); in Trachyten (Selters im Westerwalde u. a.), in beiden nicht mit Biotit zu verwechseln, der

gleichfalls braun und mit sehr ähnlichem Randsaume versehen ist. In Basalten (Dolerit vom Gipfel der Löwenburg im Siebengebirge; in den sogenannten Hornblendebasalten der Rhön, z. B. im „Buchonit“ vom Gipfel des Calvarienberges bei Poppenhausen ohne opaken Saum), vereinzelt, aber nicht selten, in Phonolithen (Lausitz; Nordböhmen; siehe indessen auch unter Arfvedsonit), überall schon mit blofsem Auge im Schliffe zu erkennen. Von vortertiären Gesteinen führen besonders die Hornblendeporphyrite basaltische Hornblende von ganz ähnlichem Aussehen (schön z. B. der Porfido rosso antico). — Einschlüsse von Glas, Eisenerz, Apatit sind häufig; auf den Spaltrissen sitzen bisweilen Infiltrationsprodukte, z. B. blutroter Eisenglanz.

Optisches: Stets braun im Dünnschliffe. Lichtbrechung etwas höher als gemeine Hornblende: $\alpha = 1{,}680$, $\beta = 1{,}725$, $\gamma = 1{,}752$. Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}072$; auch die anderen beiden Differenzen bedeutend; doch kommen die lebhaften Polarisationsfarben vor der tiefen Eigenfarbe nicht voll zur Geltung. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010), die optische Orientierung wie bei der gemeinen Hornblende, $c : \mathfrak{c}$ aber geringer, $0-10^{\circ}$, gewöhnlich 5° und darunter. $2V =$ ca. 80° ($2H = 92-93^{\circ}$), der Pleochroismus kräftig: $\mathfrak{a}$ hellgelb, $\mathfrak{b}$ braun, $\mathfrak{c}$ dunkelbraun, oder $\mathfrak{b} = \mathfrak{c}$, so dafs Schnitte nach dem Orthopinakoid keine oder nur geringe Farbenunterschiede zeigen. — Bemerkenswert ist, dafs gemeine Hornblende bei anhaltendem Glühen über dem Bunsenbrenner (ca. 1 Stunde) unter Luftzutritt die Farbe, den Pleochroismus und die geringe Auslöschungsschiefe der basaltischen Hornblende annimmt.

Chemisches: Zusammensetzung wie gemeine Hornblende, nur beträchtlich eisenreicher, auch oft mit Ti-Gehalt (bis 5%); die eisenreichen werden von Säuren etwas angegriffen. — Eine Umwandlung in Chlorit und Epidot kommt so gut wie nicht vor, selten eine Umsetzung in Brauneisen, Kieselsäure und Karbonate. Dagegen sind Erscheinungen magmatischer Resorption, kaustische Einwirkungen des Schmelzflusses auf die sehr früh ausgeschiedene Hornblende weit verbreitet. Der Prozefs beginnt mit der Bildung eines „Opacitsaumes“, eines dunklen, anscheinend aus Eisenerzkörnchen bestehenden lockeren Randes; doch ist die Natur der schwarzen Körperchen nicht festgestellt, auch wohl nicht überall die gleiche. Beim Fortschreiten des Vorganges wird der Rand breiter und aufsen gewöhnlich dichter, die Hornblende verschwindet mehr und mehr und der Raum füllt sich mit schwarzen Körnchen

unter gleichzeitiger Neubildung von bräunlichem, basaltischen Augit. Die einzelnen getrennten Partikel des letzteren zeigen durch ihre gleiche Polarisationsfarbe und gleichzeitige Auslöschung, dafs sie einem einzigen schwammig-porösen Individuum angehören, dessen c-Axe mit der der Hornblende übereinstimmt. Schliefslich verschwindet der letzte Hornblenderest und das Gebilde besteht aus einem Haufwerk schwarzer, von Augit durchsetzter Körner, welches meist die Umrisse des früheren Hornblendekristalls scharf wiedergiebt, wie namentlich die Querschnitte zeigen. So in vielen Basalten (z. B. im Feldspatbasalt von der Nürburg in der Eifel) und besonders Tephriten (Lausitz, Nordböhmen, Rhön etc.). In diesen Gesteinen kommt es in manchen Fällen zur Bildung dunkelbrauner Stäbchen, keuliger oder blattartiger Gebilde von starkem Pleochroismus und einer Auslöschungsschiefe von 11—14°, die sich häufig unter ca. 60° kreuzen; ihre Natur ist unbekannt. In sehr schöner Ausbildung finden sie sich u. a. im Leucitbasalt von Kostenblatt im böhmischen Mittelgebirge. Vgl. aus der reichen Litteratur über diese Frage besonders N. Jahrb. f. Min. 1882, II. Beilageb. 139 (Rhön); Min. u. petr. Mitteil. VII, 1886, 514 (Haurân); dass. X, 1889, 236 (Kilimandscharo); dass. XIV, 1894, 297 (Lausitz, woselbst eine Vertretung des Olivin — in Deckenbasalten — durch Hornblende — in „Stielbasalten" — stattfindet und so auf petrographischem Wege die Unterscheidung dieser beiden Lagerungsformen ermöglicht wird).

Spez. Gew.: 3,2—3,3.

Unterscheidung: Biotit (siehe auch diesen) hat anscheinend gerade Auslöschung; die sechsseitigen Basisschnitte zeigen keine Spaltbarkeit und keinen Pleochroismus, aber Bisectricenaustritt mit sehr kleinem Axenwinkel. Von Barkevikit siehe diesen.

59. STRAHLSTEIN (AKTINOLITH).

Lange Prismen ohne terminale Flächen, hauptsächlich von ∞P(110) und ∞P∞(010) begrenzt. Spaltbarkeit sehr vollkommen prismatisch, dazu selten eine sehr unvollkommene klinopinakoidale, häufig eine Querabsonderung. Zwillingsbildung nach ∞P∞(100) ist verbreitet. Als heller oder dunkler grüne Säulchen (farblos bis blafsgrün im Dünnschliffe) im Strahlstein- oder Aktinolithschiefer, accessorisch in Grünschiefern, im Chlorit- und Talkschiefer. Pleochroismus fehlt bei den lichteren ganz und ist bei den dunkleren sehr schwach: $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$ blafsgelblich, $\mathfrak{c}$ blafsgrünlich, oder es treten wenig verschiedene Nuancen von blafsgrün auf. Lichtbrechung mäfsig: $\alpha = 1{,}611$, $\beta = 1{,}627$, $\gamma = 1{,}636$; die Doppelbrechung $\gamma - \alpha = 0{,}025$ ergiebt die Polarisationsfarben am Anfange der 2. Ordnung, selbst die am wenigsten doppelbrechenden Schnitte ($\gamma - \beta = 0{,}009$ ungefähr ‖ dem Orthopinakoid) noch Hellgelb 1. Ordnung. — Axenebene ist ∞P∞(010), die optische

Orientierung wie bei der gemeinen Hornblende, c : c etwa 15° im spitzen Winkel β. 2V = 80° (2H = 90—91°).

Chemische Zusammensetzung: Wesentlich $CaMg_3Si_8O_{12}$ mit beigemischtem $CaFe_3Si_8O_{12}$. Unangreifbar von Säuren. Umwandlungserscheinungen (in grüne, faserige oder schuppige serpentinartige Aggregate) sind sehr selten. — Spez. Gew.: 3,03—3,17.

Unterscheidung: Von Tremolit durch grüne Farbe (infolge des Fe-Gehalts).

SMARAGDIT ist eine grüne feinfaserige Varietät des Strahlsteins, welche sich im Saussuritgabbro findet, im Schliffe mattgrünlichweifs erscheint und aus dem Diallag hervorgegangen ist, dessen Struktur und Einschlüsse die feinstengeligen Aggregate öfters noch aufweisen. Eine viel kompaktere und intensiver grüne Hornblende aus Eklogiten hat man gleichfalls Smaragdit genannt; sie verwächst zum Teil parallel mit Omphacit, teils tritt sie selbständig auf.

NEPHRIT ist ein filzig verwobenes Aggregat feiner Strahlstein- (oder Tremolit-)Fasern, im Handstücke dunkel lauchgrün oder grünlichgrau, von ausgezeichnet splitterigem Bruch und sehr zäh. U. d. M. zeigen die etwas gröfseren Individuen eine Auslöschungsschiefe von ca. 11° und den charakteristischen Spaltwinkel der Hornblende. — Spez. Gew.: 2,97—3,0. H.: 6,5. V. d. L. schwer schmelzbar; keine Blaufärbung mit Kobaltsolution.

Äufserlich sehr ähnliche Aggregate, die aber Thonerde und Natron enthalten, gehören dem Jadeït an, einer Pyroxenvarietät; die gröfseren Individuen haben eine Auslöschungsschiefe von 33—41° und in Querschnitten den Spaltwinkel der Augite. — Spez. Gew.: 3,3—3,35. H.: 6,5—7. V. d. L. leicht schmelzbar zu halbklarem Glase; dünne Splitter färben sich bei starkem Glühen mit Kobaltsolution schön blau.

60. TREMOLIT (GRAMMATIT).

Lang säulenförmige Individuen ohne terminale Flächen, in der Prismenzone begrenzt von ∞P(110) und ∞P∞(100); auch in stengeligen Massen, weifs oder grau. Findet sich besonders im körnigen Kalkstein (hier bisweilen Kontaktprodukt), auch als Grammatitfels (Sichersreuth im Fichtelgebirge), seltener in Olivinfelsen und Serpentinen (Min. u. petr. Mitteil. IV, 1882, 339 und 342). Aufser der vollkommenen prismatischen Spaltbarkeit ist eine Querabsonderung häufig. — Farblos im Dünnschliffe. Brechung und Doppelbrechung fast wie Strahlstein: $\alpha = 1{,}609$, $\beta = 1{,}623$, $\gamma = 1{,}635$; $\gamma - \alpha = 0{,}026$. Axenebene ist ∞P∞(010), optische Orientierung wie gemeine Hornblende. c : c = 15—16°. 2V = 81—88° (2H = 99°). Kein Pleochroismus.

Chemische Zusammensetzung: $CaMg_3Si_8O_{12}$. Nicht angreifbar von Säuren. Mitunter wird eine Umwandlung in Talk beobachtet. Über das Hervorgehen von Tremolit (und Strahlstein) aus Olivin siehe diesen S. 55. — Spez. Gew.: 2,93—3,0.

Die Unterscheidung von Wollastonit und Muscovit erfolgt am sichersten durch die Querschnitte mit dem Spaltwinkel der Hornblende; gelingt es, im konvergenten Lichte die Lage der Axenebene festzustellen, so liegt diese bei Tremolit ‖ zu den Spaltrissen, bei Wollastonit ⊥ dazu; Muscovit zeigt auf den Basisschnitten (ohne Spaltrisse) Austritt der spitzen Bisectrix. — Mit HCl gelatiniert Wollastonit.

61. GLAUKOPHAN.

Im Handstücke tief indigoblaue bis schwarzblaue stengelige Individuen ohne terminale Flächen, hauptsächlich begrenzt von $\infty P(110)$, dazu öfter $\infty \bar{P} \infty (010)$ oder $\infty \bar{P} \infty (100)$, mitunter auch beide. Vollkommen prismatisch spaltbar; aufserdem mit Querabsonderung. Findet sich vor allem im Glaukophanschiefer, als Einschlüsse gern Rutil, auch blutrote Eisenglanzblättchen führend. $\beta = 1{,}644$; $\gamma - \alpha = 0{,}022$; Axenebene ist $\infty \bar{P} \infty (010)$. c : c = 4—6° im spitzen Winkel β, die Längsrichtung also Axe der kleinsten Elastizität, ein wichtiges Unterscheidungsmittel von dem ähnlich gefärbten Riebeckit. — Pleochroismus sehr deutlich: a fast farblos oder schwach gelblichgrün, b violett, c azurblau. 2 V = 44° für Lithiumlicht.

Chemische Zusammensetzung: Vorwiegend $Na_2Al_2Si_4O_{12}$ mit Beimischung von $Ca(MgFe)_3Si_3O_{12}$ (= Strahlstein). Von Säuren schwer angreifbar. V. d. L. leicht schmelzbar zu hellgrauem oder grünlichem nicht magnetischem Glase unter starker Na-Färbung der Flamme. Umwandlungen (in Chlorit) werden nur selten beobachtet. — Spez. Gew.: 3,0—3,1. — H.: 6—6,5.

Anm.: Zwischen Glaukophan einerseits und Strahlstein und gemeiner Hornblende anderseits existiert eine ganze Reihe von Übergangsgliedern, in welchen mit der Entfernung von ersterem das Violett der b-Axe mehr und mehr verschwindet und a und b grüne Farben bekommen, während gleichzeitig der Winkel c : c zunimmt; die Grenze für Glaukophan liegt bei c : c = 6°.

62. RIEBECKIT.

Nur in der vertikalen Zone begrenzte Stengel. $\infty P(110)$ = ca. 124°; dazu mitunter $\infty \bar{P} \infty (010)$. Sehr vollkommen prismatisch spaltbar. Tiefblau im Riebeckitgranit von der Insel Socotra; von Turcoaja in Rumänien, als einziger farbiger Gemengteil leicht aufzufinden. Schwammartig durchbrochene Individuen im Riebeckittrachyt von der Hohenburg bei Berkum (Bonn). $\gamma - \alpha = 0{,}013$. Axenebene ist $\infty \bar{P} \infty (010)$, die der Vertikalen zunächst liegende Elastizitätsaxe = a, c : a = 5—6° (ungewifs in welchem Winkel). Pleochroismus kräftig: a tiefblau (Längsrichtung), b etwas weniger tiefblau (lange Diagonale der Spaltrhomben), c grün (kurze Diagonale).

Chemische Zusammensetzung: Das Äquivalent des Ägirins: $Na_2Fe_2Si_3O_{12}$ mit Bemischung von $Fe_4Si_4O_{12}$, frei von Al_2O_3. Leicht schmelzbar in der Flamme des Bunsenbrenners unter intensiver Gelbfärbung derselben. — Spez. Gew.: 3,3.

Unterscheidung: Von Glaukophan dadurch, dafs bei diesem die Längsrichtung Axe der kleinsten Elastizität (c) ist; auch qualitativ analytisch. Turmalin zeigt ein Minimum der Absorption, wenn seine Längsrichtung c mit dem Hauptschnitt des Polarisators zusammenfällt, Riebeckit ein Maximum.

63. ARFVEDSONIT.

Stengelige Individuen ohne terminale Flächen mit Prisma, Spaltbarkeit und Zwillingsbildung der Hornblende, stark lichtbrechend (1,707), die Polarisationsfarben gänzlich von der tiefen Eigenfarbe verdeckt ($\gamma - \alpha = 0{,}021 - 0{,}027$). Axenebene ist $\infty \bar{P} \infty (010)$, die der Vertikalen zunächst liegende Elastizitätsaxe a (Brögger giebt c an), c : a = 14°, hier aber im stumpfen Winkel β (Fig. 60). Ob a spitze oder stumpfe Bisectrix ist unbekannt. — Selten: Im Sodalithsyenit Grönlands (Kangerdluarsuk) und in Eläolithsyeniten Südnorwegens. Arfvedsonitartigen

Charakter haben manche Hornblendeeinsprenglinge in Phonolithen. — Pleochroismus stark: 𝔞 tief grünblau, 𝔟 blau, 𝔠 grünlichgrau mit Stich ins Gelbe.

Chemische Zusammensetzung: Wesentlich $Na_2Fe_3Si_4O_{12}$ mit Zumischung von $(CaMg_2)(AlFe)_4Si_2O_{12}$. Nicht angreifbar von Säuren. Giebt v. d. L. unter Aufkochen eine schwarze magnetische Kugel. Schon in der Lichtflamme schmelzbar und dadurch leicht von anderen Amphibolen zu unterscheiden. — Spez. Gew.: 3,33—3,59. — H.: 5,5—6.

BARKEVIKIT, von Arfvedsonit durch das Fehlen der blauen Farben und gröfseren Gehalt an Al_2O_3 (14% gegen 4%) getrennt. Aufser der Spaltbarkeit nach ∞P(110) existiert noch eine ziemlich vollkommene nach ∞P∞(010). Braun durchsichtig im Schliffe: 𝔞 hellbräunlichgelb, 𝔟 rötlichbraun, 𝔠 tiefbraun. Axenebene ist ∞P∞(010), 𝔞 höchstwahrscheinlich spitze Bisectrix; der Vertikalen zunächst liegt 𝔠. 𝔠 : c = ca. 12° 30′. 2*E* etwa 54°. Im Augitsyenit von Barkevig (Südnorwegen) makroskopisch als tief sammetschwarze Prismen. Mikroskopisch reichlich in Camptoniten und Monchiquiten.

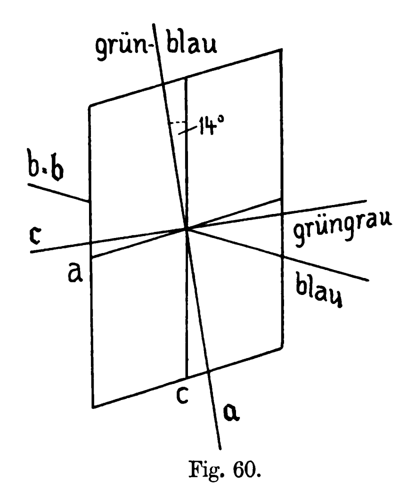
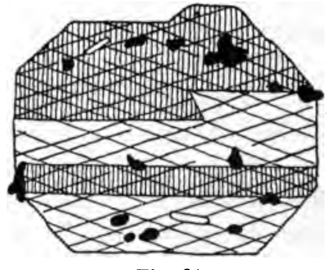


Fig. 60.

Chemische Zusammensetzung: Thonerdereicher Arfvedsonit. — Spez. Gew.: 3,48. — Durch Übergänge mit basaltischer Hornblende verbunden, von welcher er besonders durch den Na-Gehalt und das höhere spez. Gew., auch durch die gröfsere Auslöschungsschiefe und den kleinen Axenwinkel unterschieden ist.

64. URALIT.

Eine grüne, faserige Hornblende, immer sekundärer Natur und (wohl stets unter Mitwirkung gebirgsbildenden Drucks) aus Augit entstanden, von welchem sich nicht selten noch frische Reste erhalten haben; auch erkennt man (z. B. in Uralitporphyriten) u. d. M. noch ganz deutlich die charakteristisch achtseitigen augitischen Querschnittformen, die aber jetzt von grünem Uralit mit Hornblendespaltbarkeit erfüllt sind (Fig. 61); der Verlauf dieser Spaltrisse, besser noch das Verhalten randlich uralitisierter Augite in günstigen Schnitten unter + Nic. läfst erkennen, dafs das neue und das ursprüngliche Mineral die Vertikalaxe c und das Orthopinakoid gemeinsam haben, und so kommt es, dafs selbst eine an dem


Fig. 61.

früheren Augit vorhanden gewesene Zwillingsbildung noch nach vollständiger Umwandlung in Uralit zum Ausdruck kommt, indem sich die neugebildeten Hornblendefasern auf beiden Seiten der Zwillingsnaht ebenfalls in Zwillingsstellung zu einander befinden. Mitunter wächst der Uralit über die ursprüngliche Augitform hinaus und zeigt dann in diesen Partien meist spieſsige Formen, selten die für Hornblende charakteristischen. In weiter Verbreitung begegnet man ihm in Diabasen, zumal solchen aus gefaltetem Gebirge (Harz, Fichtelgebirge etc.), wo die Individuen selten geschlossen, in der Regel zackig oder büschelförmig ausgefasert sind. Findet sich im Innern noch ein frischer Augitkern vor, dann gewahrt man namentlich bei stärkerer Vergröſserung, wie die Hornblende mit zahlreichen Zacken und spieſsigen Fortsätzen in die frische Augitsubstanz hineindringt und wie auch von den Spalten aus die feinfaserige Umwandlung beginnt. — In manchen Fällen hat übrigens der zweifellos aus Augit entstandene Uralit nicht eine faserige, sondern eine mehr kompakte Ausbildung erfahren und ist dann mitunter schwer oder gar nicht von primärer Hornblende zu unterscheiden; beide können in ein und demselben Gestein nebeneinander vorkommen, und selbst die Verbindung mit frischem Augit ist nicht entscheidend, weil dieser auch von primärer Hornblende randlich umwachsen sein kann. — In Uralit führenden Gesteinen findet man häufig eine blaſsgrüne Hornblende, die in mikrolithischen Nädelchen als wahrer Filz durch den ganzen Schliff verstreut liegt und besonders die Feldspate durchsetzt. Diese sogenannte „gewanderte Hornblende“ tritt vorzugsweise in solchen Diabasen auf, deren Augit gänzlich uralitisiert ist und die auſserdem durch Druckwirkungen das Aussehen von Amphibolschiefern erlangt haben („Uralitamphibolite“).

Die optische Orientierung des Uralits ist die der gemeinen Hornblende, der Pleochroismus ähnlich: $\mathfrak{a}$ lichtgelblichgrün, $\mathfrak{b}$ grün, $\mathfrak{c}$ bläulichgrün; $c:\mathfrak{c} = 10—14°$, seltener mehr (bis 18°).

Die chemische Zusammensetzung nähert sich bald der des Strahlsteins, bald der der gemeinen Hornblende. Indessen handelt es sich bei der Uralitbildung nicht um eine einfache molekulare Umlagerung der Augitsubstanz, sondern, wie die Analysen zeigen, um eine Zufuhr von Fe_2O_3 und einen Verlust an CaO. Mit letzterem hängt wohl der feinverteilte Calcit zusammen, den man neben Epidotkörnchen öfter im Uralit findet. — Spez. Gew.: 3,0 — 3,4.

MONOKLINE AMPHIBOLE.

	Form	Farbe	Pleochroismus	Optische Orientierung	2V	Auslöschung	Chemische Zusammensetzung	Haupt-Vorkommen	Spez. Gew.	
Gemeine Hornblende	Körner (Kristalle)	grün	a gelbgrün, b grün, c blaugrün	spitze neg. Bis. a im stumpfen Winkel β	84°	c : c 15—18°	$(MgFe)CaSi_4O_{12}$, $(MgFe)(AlFe)_2Si_2O_{12}$	Amphibolit, Syenit, Diorit, Hornbl.-Granit	3,15—3,33	—
Basaltische Hornblende	Kristalle	braun	a hellgelb, b braun, c dunkelbraun	desgl.	80°	c : c 0—10°	desgl., Fe-reicher	Basalt, Andesit, Trachyt, Hbl.-Porphyrit	3,2—3,3	Opacitsäume.
Strahlstein	Säulchen	blafs-grün	a = b blafsgelbl., c blafsgrünlich	desgl.	80°	c : c 15°	$CaMg_3Si_3O_{12}$, $CaFe_3Si_3O_{12}$	Strahlsteinschiefer	3,05—3,17	—
Tremolit	desgl.	farblos	—	desgl.	81—88°	c : c 15—16°	$CaMg_3Si_3O_{12}$	Marmor	2,93—3,0	—
Glaukophan	desgl.	blau	a farblos — gelblichgrün, b violett, c azurblau	a im stumpfen Winkel β	44°	c : c 4°	$Na_2Al_2Si_4O_{12}$, $Ca(MgFe)_3Si_3O_{12}$	Glaukophanschiefer	3,0—3,1	v. d. L. leicht schmelzbar.
Riebeckit	desgl.	blau	a tiefblau, b wenigertiefblau, c grün	?	?	c : a 5—6°	$Na_2Fe_2Si_4O_{12}$, $Fe_4Si_4O_{12}$	Riebeckitgranit	3,3	über d. Bunsenbrenner leicht schmelzbar.
Arfvedsonit	desgl.	blau	a grünlichblau, b blau, c grünlichgrau	a im stumpfen Winkel β	—	c : a 14°	$Na_2Fe_2Si_4O_{12}$, $(CaMg_2)(AlFe)_4Si_2O_{12}$	Eläolithsyenit	3,33—3,59	in der Lichtflamme leicht schmelzbar.
Barkevikit	desgl.	braun	a bräunlichgelb, b rötlichbraun, c tiefbraun	spitze neg. Bis. a im stumpfen Winkel β	(2E ca. 54°)	c : c 12½°	desgl., Al_2O_3-reicher	Camptonit, Monchiquit	3,48	—
Uralit	faserig	grün	a gelbgrün, b grün, c bläulichgrün	desgl.	80—84°	c : c 15°	ungefähr wie gemeine Hornblende	Diabas, Uralitporphyrit	3,0—3,04	aus Augit entstanden.

Unterscheidung: Von Chlorit, der sich — gleichfalls grün — in Diabasen häufig neben Uralit findet, durch den Spaltwinkel von 124° in Querschnitten, lebhafte Polarisationsfarben und Unzersetzbarkeit durch H_2SO_4.

65—69. GLIMMER.

Ausgezeichnet basisch spaltbare Mineralien von grofser Annäherung in der Form an das hexagonale System (die ebenen Winkel der Basis messen fast genau 120°, die Neigung dieser Fläche gegen die Vertikale c kommt 90° sehr nahe). — Die Axenebene steht senkrecht auf dem Klinopinakoid in den Glimmern der 1. Art (Muscovit, Lepidolith, Anomit); sie fällt in das Klinopinakoid in den Glimmern der 2. Art (Meroxen, Lepidomelan, Phlogopit, Zinnwaldit). Zur Feststellung dieser Lage bedient man sich bei unregelmäfsig begrenzten Glimmerblättchen der Schlagfigur (man treibt durch einen kurzen Schlag eine scharfe Nadelspitze ein); in der so entstandenen drei- oder sechsstrahligen Figur verläuft der eine schärfere, geradere sogenannte charakteristische oder Leitstrahl parallel ∞P∞ (010) und ermöglicht so die Orientierung (Fig. 62). Man möge indessen selbst einmal eine Anzahl Schlagfiguren herstellen, um sich zu überzeugen, dafs der charakteristische Strahl bei weitem nicht so charakteristisch ist, wie er in den Lehrbüchern steht, und dafs eine Verwechselung mit einem der anderen beiden Strahlen keineswegs zu den Unmöglichkeiten gehört. Mit einem von Lattermann angegebenen Apparate, bei welchem ein feines verstellbares Nädelchen durch eine elastische Uhrfeder in die auf einem ebenen Korkstück liegende Glimmerlamelle eingetrieben wird, erhält man selbst noch auf Schüppchen von ca. 0,5 mm Seitenlänge, wie man sie aus dem Gestein herauslöst, schöne Schlagfiguren. Im übrigen ist es gar nicht nötig, den charakteristischen Strahl herauszusuchen; es genügt festzustellen, ob die Axenebene überhaupt parallel oder senkrecht zu einem der 3 Strahlen liegt, und das mufs dann allemal der charakteristische sein.[1]

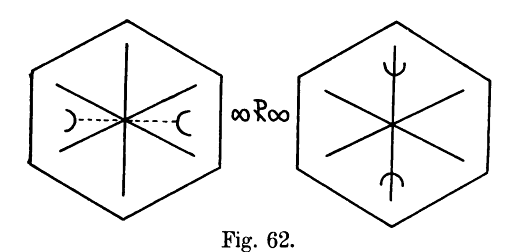


Fig. 62.

1) Nicht zu verwechseln mit der Schlagfigur ist die gewöhnlich viel undeutlicher ausfallende Druckfigur, ein gleichfalls sechsstrahliger Stern, dessen Strahlen auf denen der Schlagfigur senkrecht stehen. Eine Orientierung der Axen-

— Zwillingsbildung kommt bei den gesteinbildenden Glimmern so gut wie nicht zum Ausdruck.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind die Glimmer wesentlich Silicate von Al und K (oder Na), dazu in vielen Varietäten Mg (und Fe). K wird in gewissen Arten zum Teil durch Li vertreten, Al_2O_3 durch Fe_2O_3. Ein Gehalt an F und (OH) ist öfter nachgewiesen, ebenso Ti in den dunkel gefärbten.

65. BIOTIT (MEROXEN).

Biotit im weiteren Sinne umfaſst dunkelbraune Magnesiaglimmer der 1. Art (Anomit) und solche der 2. Art (Meroxen); im engeren Sinne versteht man darunter nur die letzteren, welche die überwiegende Mehrheit aller hierher gehörigen Glimmer bilden, sowie diejenigen, deren optische Orientierung (z. B. wegen allzugroſser Kleinheit der Blättchen) nicht nachgewiesen ist. Auch mancher Lepidomelan geht in der Litteratur unter dem Namen Biotit.

Form: Wenn in Kristallen, dann anscheinend hexagonale Täfelchen oder niedrige Prismen der Kombination $0P(001) \cdot \infty P\infty(010) \cdot P(\bar{1}11)$, letztere sehr steile Flächen wie die eines Prismas erscheinend. Querschnitte oder auf der Basis liegende Blättchen sind sechseckig, mehr oder weniger verzerrt, ohne Spaltrisse; Längsschnitte sind rechteckig und von zahlreichen geraden basischen Spaltrissen durchzogen; die Richtung der c-Axe steht senkrecht auf letzteren sowie auf der Längserstreckung des Schnittes. Sehr schön finden sich diese Formen in Minetten der meisten Fundorte (St. Michaelis bei Freiberg u. a.), oft mit Zonenbau, der in Quer- und Längsschnitten durch dunklere und lichtere Färbung der einzelnen konzentrischen Schichten hervortritt. Einkerbungen des sechsseitigen Umrisses basischer Schnitte beruhen oft darauf, daſs 2 oder 3 nach einer Diagonale langgezogene Glimmerblättchen in einer um je 60° verwendeten Stellung übereinander liegen und am Rande mit freien Enden hervorragen (Fig. 63). An Einschlüssen finden sich reichlich Apatitnädelchen und Erzkörnchen,

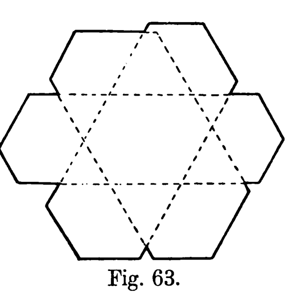


Fig. 63.

ebene nach ihr würde also gerade entgegengesetzte Resultate liefern. Man erhält die Druckfigur, wenn man mit einer stumpfen Metallspitze auf eine Glimmerlamelle drückt, ohne sie zu durchbohren. Bei zu dicken Blättchen erscheint sie auch manchmal unter dem Lattermannschen Apparate an Stelle der Schlagfigur.

seltener Zirkonkriställchen, mitunter zarte Rutilnädelchen in sagenitischen Geweben (S. 33). Man beachte aufser den Einsprenglingen auch die kleineren Biotite der Grundmasse. Ganz ähnliche sechsseitige und lang rechteckige Biotitformen enthält der Kersantit; doch finden sich hier zuweilen auch Anomite (siehe diesen). Durch prächtige Sagenitgitter ist der Biotit des Glimmerdiorits vom Lippenhof bei Triberg im Schwarzwalde ausgezeichnet, bemerkenswert deshalb, weil hier der Rutil zweifellos primärer Natur, nicht wie in der Mehrzahl der anderen Vorkommnisse erst bei der Zersetzung des Glimmers aus dem Ti-Gehalte desselben entstanden ist. — Mit opacitischem Randsaume, ähnlich dem der basaltischen Hornblende, begegnet man dem Biotit in Glimmerporphyriten (Hohe Eifer bei Meifsen, Wilsdruff bei Dresden, Gegend von Ilmenau in Thüringen etc.), ebenso in Andesiten (Wolkenburg im Siebengebirge, Gegend von Schemnitz in Ungarn u. a.) und Trachyten (Drachenfels und Lohrberg im Siebengebirge), meist neben Hornblende, mit welcher eine Verwechselung nahe liegt. Weniger vollkommen begrenzt ist der Biotit mancher Quarzporphyre (besonders reichlich zu Joachimsthal in Böhmen, am Donnersberg in der Pfalz, spärlicher in der Gegend von Ilmenau, von Kreuznach, im Leipziger Kreise, bei Halle etc.). — Noch minder vollkommen umgrenzt zeigt sich der Biotit der Tiefengesteine, z. B. der Biotitgranite und ihrer dunklen Schlieren; Einschlüsse von Apatit und Zirkon mit dunklen pleochroitischen Höfen sind weit verbreitet. In Zweiglimmergraniten (z. B. von Gefrees im Fichtelgebirge) sind häufig Parallelverwachsungen von Biotit mit dem farblosen Muscovit zu beobachten. — Ganz unregelmäfsig lappige Blättchen bildet Biotit im Gneifs, auch im Biotitgranulit; die Schuppen sind nicht selten in der Richtung der Flaserung gestreckt und führen dieselben Einschlüsse wie im Granit. — In Kontaktgesteinen (Andalusit-Glimmerschiefer, Quarz-Glimmerschiefer, cordieritführende Hornfelse) tritt Biotit als unregelmäfsige gröfsere und regelmäfsige kleinere Schüppchen auf, ist vielfach in anderen Mineralien eingewachsen (in Andalusit, Cordierit, besonders als rundliche oder sechsseitige Scheibchen im Quarz) und umgiebt manchmal in dichtem Kranze die Andalusitsäulchen.

Mechanische Deformationen: Biegungen, Stauchungen, Aufblätterung an den Enden, wie sie z. B. gequetschte Granite in allen Stadien zeigen, sind gewöhnlich von einer mehr oder weniger weitgehenden Umwandlung in grünen Chlorit und von einer Ausscheidung sagenitischer Rutilnadeln begleitet.

Optisches: Braun oder olivenbraun im Dünnschliffe. Brechung gering: α etwa 1,586. Doppelbrechung bedeutend: $\gamma - \alpha = 0,04$ bis 0,06; doch erscheinen wegen der tiefen Eigenfarbe die sehr lebhaften Polarisationsfarben nur in ganz dünnen Schnitten. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010); die spitze negative Bisectrix $\mathfrak{a}$ weicht von der Vertikalen c in den allermeisten Fällen um weniger als 1° ab; daher löschen Längsschnitte anscheinend gerade aus (‖ und ⊥ zu den Spaltrissen). Der Axenwinkel bleibt in der Regel unter 5°; Basisschnitte zeigen im konvergenten Lichte ein schwarzes Kreuz (und gewöhnlich einen Ring), welches sich beim Drehen in der Regel kaum merklich öffnet (z. B. in Minetten); deshalb und wegen des nahezu senkrechten Bisectricenaustrittes ähnelt das Axenbild sehr demjenigen einaxiger Kristalle. — Dispersion $\varrho < v$. — Pleochroismus recht stark: $\mathfrak{a}$ hellgelb, $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ tiefbraun. Längsschnitte erscheinen deshalb am dunkelsten, wenn ihre Spaltrisse mit der Schwingungsrichtung des unteren Nicols zusammenfallen; Basisschnitte zeigen keine oder nur geringe Differenzen und im letzteren Falle bald $\mathfrak{b}$ dunkler als $\mathfrak{c}$, bald umgekehrt. Bei dunkleren Biotiten ist $\mathfrak{b}$ manchmal nahezu schwarz. — Die pleochroitischen Höfe um eingeschlossene Zirkone (z. B. im Granit, Gneifs, in Kontaktgesteinen) sind dann am dunkelsten, wenn der Glimmer selbst das Maximum der Absorption aufweist und umgekehrt; in Basisschnitten zeigen sie beim Drehen keine merklichen Differenzen in ihrer Intensität; Glühen zerstört sie in der Regel nicht, ebensowenig die Behandlung mit HCl (vgl. indessen die entgegenstehenden Angaben Min. u. petr. Mitteil. VIII, 1887, 207 und N. Jahrb. f. Min. 1888, I, 165); auch bleiben sie bei der Umwandlung des Biotits in Chlorit erhalten.

Chemisches: Nach Tschermak Mischungen von $H_3K_3(Al_2)_3Si_6O_{24}$ und $Mg_{12}Si_6O_{24}$, in welchen Al_2 durch Fe_2 und Mg durch Fe teilweise vertreten und öfter geringe Mengen von F und Ti zugegen sind. Von HCl wenig angreifbar; von konzentrierter H_2SO_4 vollständig zersetzbar unter Zurücklassung eines Kieselskelettes. V. d. L. schwer schmelzbar zu grauem oder schwarzem Glase. In der Borax- und Phosphorsalzperle erhält man starke Eisenfärbung. — Auf 0P(001) liefert Biotit monosymmetrische Ätzfiguren.

Die Umwandlung besteht bald nur in einer Bleichung durch Ausziehen des Eisengehaltes; die Schüppchen werden dabei goldgelb, später silbergrau (wie z. B. in verwitternden Graniten und Gneifsen, im Sand) und sind dann leicht mit Muscovit zu ver-

wechseln, bald aber — und zwar häufiger — in einer Umsetzung zu grünem Chlorit, wobei sich mancherlei Nebenprodukte abscheiden (Kieselsäure, Eisenerze, Rutil, Epidot); oft werden nur einzelne Lamellen von diesem Vorgange ergriffen und heben sich dann durch ihre lichtgrüne Farbe im gewöhnlichen Lichte oder durch ein charakteristisches Lavendelblau unter + Nic. sehr gut von dem noch frischen Biotit ab (z. B. im Lausitzer Biotitgranit). — In Ergufsgesteinen zeigen die Glimmertäfelchen meist einen Rand aus dunklen Körnchen, der ebenso wie bei basaltischer Hornblende infolge kaustischer Einwirkung des Magmas entstanden ist.

Spez. Gew.: 2,8—3,2.[1] *H.*: 2,5—3; elastisch.

Die Isolierung erfolgt leicht durch mehrmaliges Abgleitenlassen des Gesteinspulvers auf etwas rauhem Papier oder dadurch, dafs man das Pulver auf die behauchte Innenfläche eines Glastrichters fallen läfst.

Unterscheidung: Von Hornblende durch das Fehlen der charakteristischen Spaltbarkeit in Querschnitten, die viel zahlreicheren und feineren Längsrisse in Längsschnitten, den sehr kleinen Axenwinkel, durch ein eigentümlich schuppiges Aussehen kurz vor der Auslöschung sowie durch die Zersetzbarkeit in konzentrierter H_2SO_4. — Gebleichter Biotit ist von Muscovit durch die Lage der Axenebene, den kleinen Axenwinkel oder den Mg-Nachweis (S. 54) zu trennen. — Von Anomit, Lepidomelan und Lithionit siehe diese.

RUBELLAN ist ein braunroter bis ziegelroter Biotit, mehr oder weniger stark von Eisenglanz und Brauneisen durchsetzt, welcher sich als sechsseitige Tafeln in Laven und Tuffen z. B. der Umgebung des Laacher Sees und des böhmischen Mittelgebirges findet. Vgl. Min. u. petr. Mitteil. V, 1883, 304.

66. ANOMIT.

In Form, Farbe und chemischer Hinsicht vollkommen mit Biotit (Meroxen) übereinstimmend, unterscheidet er sich von diesem hauptsächlich durch die Lage der Axenebene, die senkrecht steht auf $\infty P \infty$ (010). Hier fällt also die stumpfe Bisectrix $\mathfrak{c}$ mit der Orthodiagonale $\mathfrak{b}$ zusammen. Die spitze negative Bisectrix $\mathfrak{a}$ liegt wieder sehr nahe der Vertikalen c; doch ist hier eine Auslöschungsschiefe (bis 4°) häufiger als bei Biotit zu gewahren. Der Axenwinkel 2E beträgt meist 12—16°, selten darüber oder darunter. Dispersion im gesteinbildenden Anomit $\varrho < v$. — Nachgewiesen ist Anomit im Quarzdioritporphyrit von Steinegg im

1) In schweren Flüssigkeiten ist das spez. Gew. nicht leicht zu bestimmen, weil die dünnen Lamellen ihrer Form und der schweren Benetzbarkeit halber auch noch bei recht erheblich geringerem spez. Gew. der Lösung in dieser schweben.



niederösterreichischen Waldviertel als hexagonale, zonarstruierte, bis 6 mm grofse Tafeln (Min. u. petr. Mitteil. V, 1883, 151); im Melilithbasalt von Alnö als grofse Blätter; im Quarzglimmerdiorit von Marlesreuth im Fichtelgebirge (N. Jahrb. f. Min. Beilagebd. III, 72); neben Meroxen im Kersantit von Michaelstein bei Blankenburg am Harz; im Nephelinit des Katzenbuckels im Odenwalde, im Trachyt des Mte. Amiata in Toscana und an einigen anderen Orten.

67. LEPIDOMELAN.

Ein biotitähnlicher, rabenschwarzer, stark glasglänzender Glimmer in körnig-schuppigen Aggregaten kleiner sechsseitiger Täfelchen, dunkelölgrün bis tiefbraun durchsichtig im Dünnschliffe. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010), die Auslöschung anscheinend gerade, der Axenwinkel sehr klein (4—8°). Findet sich in manchen Graniten (Harzburg), Gneifsen (Freiberg), Syeniten (Norwegen), im Eläolithsyenit von Litchfield (ölgrün). — In chemischer Hinsicht dem Biotit gleichfalls nahestehend: Ein Mg-armer bis fast Mg-freier Eisenglimmer mit 9—10% K_2O. Von HCl und HNO_3 ziemlich leicht zersetzbar unter Zurücklassung eines Kieselskeletts und dadurch von Biotit (Meroxen) zu unterscheiden. Wird v. d. L. braun und schmilzt zu schwarzem, magnetischen Glase.

68. ZINNWALDIT u. LITHIONIT.

Grünlichgraue (Zinnwaldit) oder braune (Lithionit) Glimmer von der Form des Biotit. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010), der Axenwinkel grofs (2E bis 65°, bei eisenreichen kleiner, bis 10° herab), die Dispersion schwach $\rho > v$. Die spitze negative Bisectrix $\mathfrak{a}$ bildet mit der Vertikalaxe c immer einen sehr kleinen Winkel; doch ist die Neigung bei Zinnwaldit deutlicher als bei Lithionit. Letzterer zeigt viel schwächeren Pleochroismus als Biotit: $\mathfrak{a}$ fast farblos, $\mathfrak{b}$ ganz blafsbräunlich, $\mathfrak{c}$ lichtbräunlichblond (dunkler gefärbte zeigen $\mathfrak{a}$ lichtgelblichbraun, $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ braun). Hauptsächlich Gemengteil Zinnerz und Topas führender Granite: Greifenstein im Erzgebirge; Fichtelgebirge; Zentralfrankreich; Cornwall. — Dunkle pleochroitische Höfe um eingeschlossene Zirkone, Zinnerzkörnchen etc. sind weit verbreitet.

Chemische Zusammensetzung: Nach Tschermak Mischungen von $K_6(Al_2)_3Si_6O_{24}$ und $Fe_{12}Si_6O_{24}$ und $Si_{10}F_{24}O_8$, wobei ein Teil des K durch Li des F durch (OH) ersetzt wird; manche Varietäten halten Borsäure. V. d. L. sehr leicht zu farblosem oder dunklem Glase schmelzbar unter Rotfärbung (Li) der Flamme; von Säuren roh nur unvollkommen, geschmolzen völlig zersetzbar. — Spez. Gew.: 2,82—3,2.

Durch die Li-Reaktion (Flammenfärbung) leicht von Biotit und Muscovit zu unterscheiden.

69. MUSCOVIT.

Form: Wie Biotit. Kristalle sind verhältnismäfsig selten, die Längsschnitte ebenfalls von feinen anhaltenden Spaltrissen ‖ 0P(001) durchzogen. Findet sich in Zweiglimmergraniten (z. B. Gefrees im Fichtelgebirge), in zweiglimmerigen und Muscovitgneifsen, im Muscovitschiefer, weit verbreitet in Kontaktgesteinen (z. B. in den aus Grauwacke hervorgegangenen Quarz-Glimmerschiefern der nörd-

lichen Lausitz), auch in klastischen Gesteinen (Grauwacken, Sandsteine), fehlt aber bemerkenswerter Weise den Eruptivgesteinen — mit Ausnahme der Granite und vielleicht einiger Quarzporphyre — gänzlich.

Optisches: Farblos, blaſsgelblich oder blaſsgrünlich im Dünnschliffe. Brechung gering: $\alpha = 1{,}537$, $\beta = 1{,}541$, $\gamma = 1{,}572$. Starke Doppelbrechung: $\gamma - \alpha = 0{,}035$, daher die leuchtenden Polarisationsfarben. Nahe der Auslöschung zeigt sich dieselbe Schuppung des Durchschnittes wie bei Biotit. — Axenebene steht senkrecht auf $\infty P \infty$ (010), die spitze negative Bisectrix fällt fast genau mit der Vertikalaxe c zusammen, daher in Längsschnitten scheinbar gerade Auslöschung (‖ und ⊥ zu den Spaltrissen). Der Axenwinkel ist groſs, 2E meist 40—70°, die Dispersion $\varrho > v$. Auf 0P(001) erscheint ein schönes, vollständiges Axenbild. Man kann u. d. M. den Wert des halben Axenwinkels in Luft nach der Gleichung $\sin E = \frac{D}{K}$ bestimmen; man miſst mittels eines Okularmikrometers, wobei man das Axenbild mit Bertrandscher Linse und Okular betrachtet (S. 30, Anm.), den Abstand der beiden Hyperbelpole des Axenbildes in der 45°-Stellung (= 2D), während K einen Faktor bedeutet, welcher bei ein und derselben Linsenkombination konstant ist und für jedes Mikroskop ein für allemal festgestellt wird, indem man an einer Mineralplatte (⊥ auf die spitze Bisectrix geschnitten) von bekanntem oder im Axenwinkelapparat gemessenem Winkel u. d. M. 2D ermittelt und nun aus obiger Gleichung K berechnet.[1] Diese Methode der Axenwinkelmessung ist natürlich nur dann anwendbar, wenn in der Diagonalstellung beide Hyperbelscheitel noch in das Gesichtsfeld fallen, liefert auch nur bei scharfen Interferenzbildern genaue Resultate. Die Dicke des untersuchten Blättchens ist ohne Einfluſs. Bei einiger Übung lernt man aus der Entfernung der beiden Augenpunkte oder aus der mehr oder minder groſsen Vollständigkeit des Interferenzbildes den Winkel 2E annähernd schätzen. — Muscovit zeigt keinen Pleochroismus, aber um eingewachsene Zirkonkriställchen manchmal lichtgelbe pleochroitische Höfe.

Chemisches: $H_4K_2(Al_2)_3Si_6O_{24}$. Von HCl und H_2SO_4 nicht angreifbar. V. d. L. mehr oder weniger leicht zu trübem Glas oder

1) Über den Gebrauch der Schwarzmannschen Axenwinkelskalen (zwei gegeneinander verschiebbare, mit Teilung versehene Streifen), wie sie zu solchen Bestimmungen den gröſseren Mikroskopen (Fueſs) beigegeben und für bestimmte Objektive eingerichtet sind, siehe N. Jahrb. f. Min. 1896, I, 52.

weiſsem Email schmelzbar. — Umwandlungserscheinungen sind nicht bekannt; dagegen geht Muscovit seinerseits aus einer ganzen Reihe anderer Mineralien hervor, am häufigsten wohl aus Orthoklas, so daſs er z. B. in einem Granit primär und sekundär vorhanden sein kann und dann in manchen Fällen, zumal wenn die Neubildung einigermaſsen grobschuppig ausgefallen ist, schwierig oder überhaupt nicht mit Sicherheit auseinandergehalten werden kann.

Spez. Gew.: 2,76—3,1. *H.*: 2—3.

Unterscheidung: Von Tremolit durch das Fehlen der für diesen charakteristischen Spaltbarkeit in Querschnitten und die durchaus gerade Auslöschung in Längsschnitten mit der eigentümlichen Schuppung. Von Zinnwaldit (und Lithionit) durch die Lage der Axenebene und das Ausbleiben der Li-Reaktion. Von gebleichtem Biotit siehe diesen. Von Talk, welcher gleich lebhafte Polarisationsfarben und sehr ähnliche Spaltbarkeit zeigt, durch den gröſseren Axenwinkel (bei Talk 2V = ca. 7°); Talk wird beim Glühen mit Kobaltsolution fleischrot, Muscovit blau.

SERICIT ist eine feinschuppige Aggregationsform des Muscovits, wie sie namentlich an den grünlichen oder gelblichen, seidenglänzenden Sericitschiefern des Taunus, überhaupt in stark dynamometamorph beeinfluſsten Orthoklasgesteinen auftritt („Sericitgneiſse", Porphyroide). U. d. M. liegen die fast farblosen Schüppchen bald

GLIMMER.

	Farbe	Pleochroismus	Axenebene	2E	Auslöschung	Dispers.	Chemische Zusammensetzung	Spez. Gew.	
Biotit (Meroxen)	dunkelbraun (grün)	a hellgelb, b und c tiefbraun	$\infty P \infty$	ca. 5°	<1°	$\varrho < v$	$H_3K_3(Al_2)_3Si_6O_{24}$, $Mg_{12}Si_6O_{24}$	2,8—3,2	v.d.L. schwer schmelzbar.
Anomit	dunkelbraun	desgl.	$\perp \infty P \infty$	10°	bis 4°	desgl.	desgl.	desgl.	—
Lepidomelan	rabenschwarz	desgl.	$\infty P \infty$	4—8°	fast 0°	desgl.	desgl., Mg-arm	—	—
Zinnwaldit, Lithionit	grünl.-grau, braun	a fast farblos, b blaſsbräunlich, c bräunlichblond	desgl.	10—60°	desgl.	$\varrho > v$	$K_6(Al_2)_3Si_6O_{24}$, $Fe_{12}Si_6O_{24}$, $Si_{10}F_{24}O_8$	2,82—3,2	Li-Reaktion; schmilzt sehr leicht v. d. L.
Muscovit	farblos	—	$\perp \infty P \infty$	40—70°	desgl.	desgl.	$H_4K_2(Al_2)_3Si_6O_{24}$	2,76—3,1	—

annähernd parallel, bald verworren verfilzt. — Der Axenwinkel ist manchmal recht klein (25—30° in Phylliten). — Von feinschuppigem Talk oft nur auf chemischem Wege zu unterscheiden: Durch Glühen mit Kobaltsolution (siehe oben Muscovit) oder durch Behandlung mit Kieselflufssäure, wobei Talk die Reaktion auf Mg (S. 54), Sericit kleine farblose Würfelchen von Kieselfluorkalium ergiebt.

70. CHLORIT.

Grüne, meist gebogene und unregelmäfsig begrenzte Schuppen und schuppige Aggregate von glimmerähnlicher Spaltbarkeit nach 0P(001) und geringer Härte. Von den Glimmern unterschieden durch Biegsamkeit (nicht Elastizität), leichte Zersetzbarkeit durch Säuren, Mangel der Alkalien und niedrige Polarisationsfarben. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach werden sie aufgefafst als isomorphe Mischungen von Serpentinsubstanz (Sp): $H_4Mg_3Si_2O_9$ und Amesitsubstanz (At): $H_4Mg_2Al_2SiO_9$. — Gesteinbildend wichtig sind besonders Klinochlor, Pennin und die noch wenig untersuchten Prochlorite, deren Trennung u. d. M. oft recht schwierig oder überhaupt nicht möglich ist; manche der gesteinbildenden Chlorite scheinen noch anderen Gliedern der Gruppe anzugehören.

KLINOCHLOR: Im Chloritschiefer von Zöptau und vom Habachthale. Lichtbrechung gering: $\alpha = 1{,}585$, $\beta = 1{,}588$, $\gamma = 1{,}596$ (in Klinochlor vom Ural); Doppelbrechung: $\gamma - \alpha = 0{,}011$, d. i. ganz bedeutend stärker als die des Pennin, dessen lavendelblaue Polarisationsfarben hier nicht auftreten. Axenebene ist $\infty P \infty$, $2V = 20$ bis $51°$ ($2E = 32—70°$), $\varrho < v$. Die spitze positive Bisectrix $\mathfrak{c}$ steht fast senkrecht auf der Basis; doch ist stellenweise eine Schiefe der Auslöschung ($c : \mathfrak{c} = 2—7°$) deutlich zu erkennen. — Pleochroismus sehr merklich: $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$ dunkel- bis lauchgrün, $\mathfrak{c}$ grünlichgelb.

Chemische Zusammensetzung: Mischungen von SpAt bis Sp_2At_3 (siehe oben). Von HCl schwer angreifbar; leicht durch H_2SO_4 zersetzt unter Abscheidung von Kieselsäure, die in der Form des Chlorites zurückbleibt und begierig Farbstoffe aufsaugt. Beim Glühen an der Luft wird Klinochlor (wie auch die übrigen Chlorite) opak und rotbraun oder schwarz. — Spez. Gew.: 2,56—2,78. H.: 2 (1,5—3).

PENNIN: Im Magnetit führenden Chloritschiefer aus dem Zillerthale. Lichtbrechung ungefähr wie Klinochlor: $\alpha = 1{,}577$, $\beta = 1{,}577$, $\gamma = 1{,}578$, Doppelbrechung aber sehr schwach: $\gamma - \alpha = 0{,}001$.

Charakteristisch ist eine eigentümlich lavendelblaue Polarisationsfarbe (wie bei manchem Melilith und Zoisit), die wohl auch hier auf einer Mischung optisch positiver und negativer Substanz beruht. — Axenwinkel meist so klein, dafs das Mineral nahezu optisch einaxig erscheint. Sonst wie Klinochlor, doch bald optisch positiv, bald negativ; im ersten Falle wie dort $\varrho < v$ (und 2E ausnahmsweise bis 60°), im zweiten $\varrho > v$ (2E ausnahmsweise bis 49°). — Pleochroismus: $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$ blaugrün, $\mathfrak{c}$ gelb.

Chemische Zusammensetzung: $Sp_3 At_2$. Von HCl und H_2SO_4 zersetzt unter Kieselsäureabscheidung; im übrigen wie Klinochlor. — Spez. Gew.: 2,61—2,77. — H.: 2—3.

PROCHLORITE: $Sp At_2$. Hierher rechnet man gewundene oder gebogene geldrollenähnliche Säulchen aus fächerförmig gestellten Chloritblättchen (Helminth) mit ähnlichem Pleochroismus, wie die übrigen Chlorite ihn zeigen, ferner die grünen Umwandlungsprodukte des Augits in Diabasgesteinen (nicht zu verwechseln mit den ebenfalls grünen, aber viel lebhafter polarisierenden und durch H_2SO_4 nicht zersetzbaren uralitischen Faseraggregaten), auch die ziemlich losen Anhäufungen um Bergkristalle und Epidotsäulchen alpiner Fundorte, sowie die grünen staubartigen Überzüge auf Adular und anderen Drusenmineralien ebendaher. — Chemisches Verhalten wie Pennin.

71. CHLORITOID (OTTRELITH).

Form: Sechsseitige oder rundliche glimmerartige Blättchen (von manchen für triklin gehalten) mit einer viel weniger vollkommen basischen Spaltbarkeit als Glimmer; in den leistenförmigen Längsschnitten treten diese Spaltrisse nur bei grofser Dünne des Schliffes deutlich hervor; auf 0P(001) erscheint eine weitere Spaltbarkeit nach 2 Randflächen; die wenig zahlreichen und oft absetzenden Risse bilden ca. 120°. Aufserdem finden sich sehr häufig ganz unregelmäfsig verlaufende Sprünge. — Im Ottrelithschiefer (Ottrelithphyllit) von Ottré in den Ardennen gewahrt man schon im Handstücke die schwärzlichgrünen Scheibchen; graugrün im Dünnschliffe. Häufig sind Zwillinge, wobei die Individuen mit der Basis verwachsen und gegeneinander um 120° verwendet sind. Längsschnitte zeigen dann im polarisierten Lichte bald lamellaren Bau, wobei sich oft 4 Felder herausheben (Fig. 64, *a*),

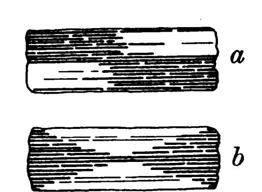


Fig. 64.

bald sanduhrähnliche Formen (Fig. 64, *b*). Sie führen hier eine Unzahl von Einschlüssen, besonders Quarzkörnchen, Eisenerz- und Kohlepartikel, auch wohl Rutil- und Turmalinsäulchen, die ihnen ein siebartig durchbrochenes Ansehen geben. — Sehr arm an Einschlüssen und von reiner grünlichblauer Farbe erweisen sich die unregelmäfsig begrenzten Chloritoidschuppen aus dem Chloritoidschiefer von Markneukirchen im sächsischen Vogtlande.

Optisches: Grünlichgrau, lauchgrün oder schwärzlichgrün im Handstücke, grün oder blau im Dünnschliffe. Lichtbrechung stark: $\beta = 1{,}741$; besonders die einschlufsfreien Querschnitte (Markneukirchen) treten mit dunklen Rändern und ganz bedeutendem Relief hervor. Doppelbrechung mäfsig: $\gamma - \alpha = 0{,}01$. In Basisschnitten halbiert die Auslöschungsrichtung den Spaltwinkel von 120^0 (d. h. sie geht parallel einem Seitenpaare bei sechsseitiger Umgrenzung); geringe Abweichungen hiervon sind wohl eher durch vielfach wiederholte Zwillingsbildung und durch die häufigen Knickungen, als durch triklinen Charakter des Minerals bedingt. Die Axenebene liegt in der gleichen Richtung; die spitze positive Bisectrix $\mathfrak{c}$ bildet mit der Vertikalaxe c 12—18^0, wie namentlich an Zwillingen im Längsschnitt gut zu konstatieren ist; doch kann die Auslöschungsschiefe bis nahezu 0^0 heruntergehen. Auf der Basis tritt die spitze Bisectrix im konvergenten Lichte mit wechselnder Schiefe aus; bisweilen ist aus den oben angeführten Ursachen eine doppelte Schiefe (Abweichung vom Zentrum und von der Symmetrieebene) wahrzunehmen. Der Axenwinkel $2E$ = ca. 88^0 mit starker Dispersion $\varrho > v$ ($2E_\varrho = 95^0$, $2E_v = 79^0$), so dafs oft in weifsem Lichte gar keine vollständige Auslöschung zu erreichen ist. — Pleochroismus deutlich: In Basisschnitten $\mathfrak{a}$ ($\parallel$ der Axenebene) olivengrün, $\mathfrak{b}$ ($\perp$ dazu) pflaumen- bis indigoblau, $\mathfrak{c}$ (in Längsschnitten) gelblichgrün bis fast farblos.

Chemisches: $H_2FeAl_2SiO_7$, darin Fe teilweise durch Mg vertreten; der Ottrelith von Ottré führt $6{,}1\%$ MnO. V. d. L. nur schwer schmelzbar. Von HCl nicht angegriffen (doch sollen belgische Ottrelithe von konzentrierter HCl oder HNO_3 unter Abscheidung von Kieselsäuregelatine zersetzt werden).

Spez. Gew.: 3,45—3,55. *H.*: 6—7 (ritzt Glas).

Unterscheidung von Chlorit durch das höhere spez. Gew. und besonders die grofse Härte, auch durch das Verhalten gegen Säuren.

72. EPIDOT.

Form: Selten Kristalle, die dann immer in der Richtung der Orthodiagonale säulenförmig verlängert sind (Fig. 65) und hauptsächlich von 0P(001), schmalem $\infty\bar{P}\infty$(100) und breiterem $\bar{P}\infty(\bar{1}01)$ begrenzt werden; die an beiden Enden abschliefsenden Prismen- und Pyramidenflächen fehlen meist. Durchschnitte ‖b sind daher leistenförmig, ⊥ darauf sechsseitig oder (wenn das Orthopinakoid fehlt) rhombisch. Weit häufiger bildet Epidot Stengel in bisweilen radialstrahliger Anordnung oder körnige Aggregate ohne jede kristallographische Umgrenzung. Zwillinge nach $\infty\bar{P}\infty$(100) sind verhältnismäfsig selten; die Durchschnitte zerfallen dann entweder in zwei Hälften oder zeigen schmale, zwischen diese eingelagerte Zwillingslamellen. — Eine vollkommene Spaltbarkeit nach 0P(001) kommt in grofsen Individuen und besonders in dünnen Schnitten als scharfe Risse zum Ausdruck; die kleinen Partikel zeigen sie nicht. Eine zweite unvollkommene Spaltbarkeit nach $\infty\bar{P}\infty$(100) trifft die erste in Schnitten ⊥ zu b unter einem Winkel von 115° 24′. Zwillinge verraten sich durch die dachartig unter ca. 129° aufeinander stofsenden basischen Spaltrisse im klinopinakoidalen Schnitt schon im gewöhnlichen Lichte.

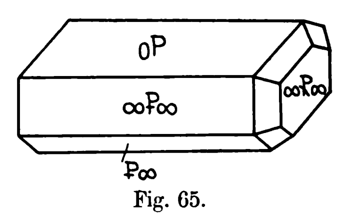


Fig. 65.

Zum Studium eignen sich besonders die Epidotfelse oder Epidosite verschiedener Fundorte, die „Grünen Schiefer", Epidotgneifse und Epidotamphibolite, sowie viele Kalksilikat-Hornfelse. Als Umwandlungsprodukt, besonders aus gemeiner Hornblende entstanden, findet er sich fast regelmäfsig in Dioriten, Syeniten, Hornblendegraniten und -gneifsen. Nicht minder häufig geht er aus Plagioklas hervor, dessen Schnitte die körneligen, stark lichtbrechenden und lebhaft polarisierenden Massen nach und nach so erfüllen, dafs förmliche Pseudomorphosen von Epidot nach Plagioklas entstehen. Ganze Gesteine (Diabas, Diorit, Augitporphyrit) können auf diesem Wege in Aggregate von vorwiegendem Epidot umgewandelt werden.

Optisches: Die körnigen Aggregate sind im Handstücke an ihrer charakteristisch zeisiggrünen Farbe unschwer zu erkennen. Im Dünnschliffe citronengelb, blafsgelblich bis farblos; mitunter ist der Kern lebhafter gefärbt. Lichtbrechung stark: $\alpha = 1{,}730$, $\beta = 1{,}754$, $\gamma = 1{,}768$, daher das bedeutende Relief und die rauhe Oberfläche der Durchschnitte und die starke Totalreflexion an den kleineren

Individuen. Doppelbrechung gleichfalls stark: $\gamma - \alpha = 0{,}038$ (an Epidot aus Schiefern der Insel Groix $\gamma - \alpha = 0{,}056$); daher die sehr lebhaften Polarisationsfarben, wodurch sich z. B. in Amphibolgesteinen selbst kleine Körnchen unter + Nic. mit aller Deutlichkeit hervorheben. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010), $2V = 73^0$ ($2H = 91^0$). Die negative spitze Bisectrix $\mathfrak{a}$ bildet mit der Vertikalaxe c 2—3° im spitzen Winkel β (Fig. 66). Die leistenförmigen Schnitte der orthodiagonalen Zone löschen also parallel und senkrecht zu den Spaltrissen aus, während in Schnitten ⊥ auf b die Auslöschungsschiefe gegen die basischen Spaltrisse ca. 28° beträgt. Alle Schnitte der b-Zone geben im konvergenten Lichte entweder Axen- oder Bisectricenaustritte, welche die geneigte Dispersion $\varrho > v$ deutlich erkennen lassen. Spaltblättchen (oder Schnitte) nach 0P(001)

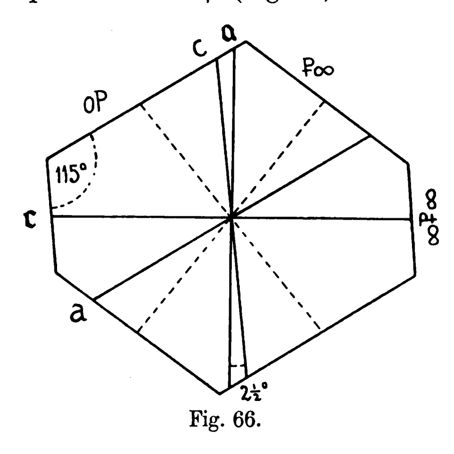


Fig. 66.

zeigen z. B. den randlichen Austritt einer Axe und in der Diagonalstellung die Hyperbel innen grün, aufsen rot gefärbt; Schnitte nach $P\infty$ ($\bar{1}01$) oder auf dieser Fläche liegende Kriställchen geben fast zentralen Axenaustritt mit umgekehrter Farbenverteilung. Infolge der immerhin beträchtlichen Dispersion der Bisectricen erhält man in gewissen, nicht auf der Axenebene normalen Schnitten im parallelen Lichte keine präzise Auslöschung, sondern grünlichgelbe und graublaue Farbentöne zu beiden Seiten des Dunkelheitsmaximums. — Pleochroismus meist schwach: $\mathfrak{a}$ farblos bis hellgelblich, $\mathfrak{b}$ gelblichgrün (bis farblos), $\mathfrak{c}$ zeisiggrün oder citronengelb; bisweilen fehlt er ganz.

Chemisches: $HCa_2(Al, Fe)_3Si_3O_{13}$. In rohem Zustande von Säuren nicht angegriffen, stark geglüht oder geschmolzen leicht von HCl unter Gelatinieren zersetzbar.

Spez. Gew.: 3,3—3,5. *H.*: 6—7.

Unterscheidung: Von farblosem Augit durch die stets gerade Auslöschung in den leistenförmigen Schnitten, die Lage der Axenebene senkrecht zu den Spaltrissen in diesen Durchschnitten, oft schon durch die zeisiggrüne oder citronengelbe Farbe. Von Zoisit durch starke Lichtbrechung und lebhafte Polarisationsfarben. Der

gleichfalls nach der Orthodiagonale gestreckte Wollastonit ist immer farblos im Dünnschliffe und gelatiniert schon ungeschmolzen und ungeglüht mit HCl. Titanit bildet in gröfseren Individuen nie stengelige Aggregate und ist dann — wie auch in kleinkörnigen Haufwerken — durch die noch höheren weifslichgrauen Polarisationsfarben (ganz ähnlich denjenigen des Calcits) gut charakterisiert.

73. PIEMONTIT.

Schwärzlichrot im Handstücke. Kristallform und Spaltbarkeit wie Epidot und wie dieser zumeist in Stengeln und körnigen Aggregaten. Im Dünnschliffe aufserordentlich leicht kenntlich an seiner Farbe: $\mathfrak{a}$ citronengelb bis orange, $\mathfrak{b}$ amethystfarben oder rosa, $\mathfrak{c}$ lebhaft carminrot. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010) wie bei Epidot; die positive spitze Bisectrix $\mathfrak{c}$ bildet mit der Vertikalaxe c etwa 83—86° im stumpfen Winkel β (ca. 32° mit a oder den basischen Spaltrissen), die der Vertikalen zunächst liegende stumpfe Bisectrix mit dieser also 4—7°; die Dispersion ist merklich, $2V_\varrho = 85°$. — Sehr schön in japanischem Piemontitschiefer, woselbst die Stengel durch Gebirgsdruck in eine Reihe hintereinander liegender Glieder auseinandergezogen sind. Als Körner findet er sich in egyptischem Hornblendeporphyrit (dem Porfido rosso antico), wo er, an der Farbe auch in kleinen Partikeln noch leicht erkennbar, sowohl in dem farblosen, etwas trüben Plagioklas, als auch in der gelbbraunen Hornblende sitzt und dem Gestein die Purpurfarbe verleiht.

Chemische Zusammensetzung: $HCa_2(Al, Mn)_3Si_3O_{13}$, d. i. ein Manganepidot. Verhalten gegen Säuren wie Epidot. V. d. L. sehr leicht zu schwarzem Glase schmelzbar. — Spez. Gew.: 3,4. — H.: 6,5.

74. ORTHIT.

In Eruptivgesteinen Kristalle von der Form des Epidot, in kristallinen Schiefern weniger gut begrenzt. Zwillinge nach $\infty P \infty$ (100) sind nicht häufig, Spaltrisse von ganz unregelmäfsigem Verlauf. — Schwarzbraun bis pechschwarz und glasglänzend auf Bruchflächen im Handstücke, rotbraun oder grünlichbraun im Dünnschliffe. Lichtbrechung stark: $\beta = 1,78$ und darüber; Doppelbrechung gleichfalls bedeutend: $\gamma - \alpha = 0,032$; doch werden die Polarisationsfarben meist von der tiefen Eigenfarbe verdeckt. An einigen Fundorten kommen völlig einfachbrechende Kristalle vor. Axenebene ist $\infty P \infty$ (010), $\mathfrak{a}$: c etwa 36° im spitzen Winkel β, der Charakter der Doppelbrechung unbekannt. Pleochroismus merklich: $\mathfrak{a}$ kastanienbraun, $\mathfrak{b}$ hell gelblichbraun, $\mathfrak{c}$ dunkel graubraun. Andere Varietäten zeigen $\mathfrak{a}$ grünlichbraun, $\mathfrak{b}$ rötlichbraun, $\mathfrak{c}$ braungelb. — Als accessorischer makroskopischer Gemengteil in manchen Graniten (mehrorts im Thüringer Walde: Glasbachskopf bei Brotterode; Gegend von Ilmenau), im Syenit (Plauenscher Grund bei Dresden), auf der Magneteisenlagerstätte vom Schwarzen Krux in Thüringen, vielorts in Skandinavien (Gegend von Fahlun, von Snarum etc.). Diese makroskopischen Vorkommnisse eignen sich am besten für das erste Studium. — Als mikroskopischer accessorischer Gemengteil in manchen Gneifsen und Amphiboliten (Schwarzwald), auch in Graniten, aber in keinem dieser Gesteine so konstant, dafs er in jedem Schliffe enthalten sein müfste. — Über Parallelverwachsung von Orthit und Epidot siehe Min. u. petr. Mitteil. XI, 1889, 1.

Chemische Zusammensetzung: $H(CaFe)_2(AlCe)_3Si_3O_{13}$; aufser Ce auch Di, La und Y führend. Von HCl wird mancher Orthit vollständig unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetzt, mancher kaum angegriffen. — Spez. Gew.: 3,5—3,8. — H.: 5,5—6.

Unterscheidung: Von Melanit und braunem Spinell durch die Doppelbrechung; auch findet sich ersterer nicht in kristallinen Schiefern und sauren Eruptivgesteinen, Orthit nicht in basischen. Von Biotit und brauner Hornblende durch den Mangel an Spaltbarkeit.

75. TITANIT.

Form: Kristalle von verschiedenem Habitus; an den einen herrscht $^2/_3$ P 2 ($\bar{1}23$); dazu treten hauptsächlich noch P∞ (011), 0P (001) und P∞ ($\bar{1}01$), wie Fig. 67 zeigt, aus welcher sich auch

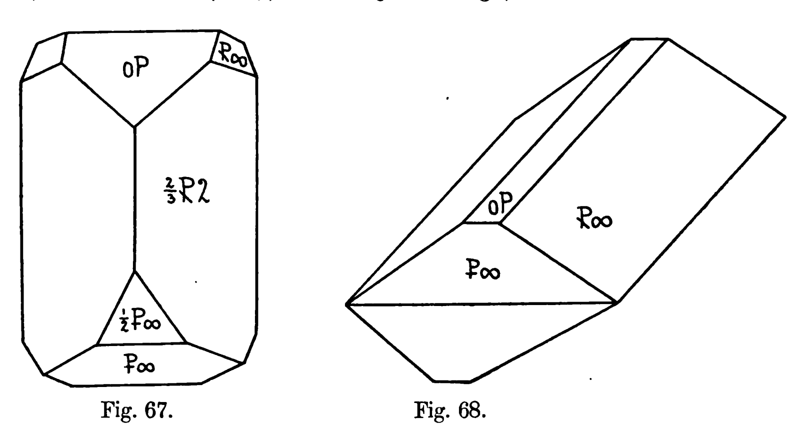


Fig. 67. Fig. 68.

die Form der Durchschnitte — meist spitzrhombisch oder lang leistenförmig mit beiderseitiger Zuschärfung — leicht ergiebt; Zwillinge kommen kaum vor. So findet sich Titanit besonders in Syeniten (Meifsen, Plauenscher Grund bei Dresden u. a. O.), oft schon im Handstücke als dunkelbraune oder gelbbraune, stark glänzende Kriställchen sichtbar; im Dünnschliffe licht rotbraun durchsichtig und dadurch sowie durch das sehr markante Relief und die stark runzelige Oberfläche leicht neben den anderen Gemengteilen (grüne Hornblende, farbloser Orthoklas und wenig Quarz) zu erkennen. Die unvollkommene Spaltbarkeit nach dem Prisma liefert nur wenige und grobe Risse, die bezeichnenderweise den Umrifslinien der Durchschnitte nicht parallel verlaufen. Von derselben Ausbildung, bald ebenfalls rotbraun, bald blafs graugelblich, trifft man den Titanit in Hornblendegraniten, seltener in Dioriten; er bevorzugt augenscheinlich die Eruptivgesteine mit grüner gemeiner Hornblende. — Einschlüsse (z. B. Eisenerzkörnchen) sind

recht selten, da Titanit hier einer der zuerst verfestigten Gesteinsgemengteile ist.

Andere Kristalle sind nach dem vorwaltenden $\breve{P}\infty$(011) gestreckt und weisen untergeordnet $\bar{P}\infty$($\bar{1}$01) und $^2/_3$ $\breve{P}$ 2 ($\bar{1}$23) auf. Sie ergeben gleich den vorigen spitz rhombische und zugeschärft leistenförmige Durchschnitte und finden sich, blafsgelblich bis nahezu farblos, besonders in Eläolithsyeniten und Phonolithen, gleichfalls oft schon im Handstücke erkennbar. Eine Zwillingsbildung nach der Basis ist weit verbreitet, wobei die Zwillingsnaht meist genau in der langen Diagonale der rhombischen Durchschnitte verläuft (Fig. 68). Einschlüsse fehlen auch hier fast gänzlich.

Einem dritten Typus begegnet man in kristallinen Schiefern: Hornblendegneifsen, vielen Amphiboliten und Amphibolschiefern. Hier sind es spindelförmige Kriställchen, hauptsächlich begrenzt von ∞P (110) und $^2/_3$ $\breve{P}$ 2 ($\bar{1}$23), welche indessen diese Form (Fig. 69) oft nur roh wiedergeben und bis zu ovalen oder tropfenartigen Körnern verstümmeln. Zwillingsbildung und Einschlüsse fehlen meist gänzlich.

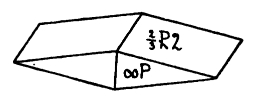


Fig. 69.

Aufser diesem primären Titanit giebt es weiterhin noch sekundären, aus verschiedenen Titanmineralien (vorzugsweise aus Titaneisen) hervorgegangen. Er bildet dann körnige Aggregate von verschiedenem Grade der Feinheit, selten faserige Rinden, und umschliesst oft noch Reste des Mutterminerals, z. B. schwarze Titaneisenkörner oder -lamellen (siehe unter Titaneisen S. 9). Doch brauchen solche Umrindungen keineswegs immer sekundäre Bildungen zu sein, hervorgegangen aus dem Erzkorn, da primäre Umwachsungen ebensogut möglich sind; zu letzteren wird man im allgemeinen die mehr kompakten Massen, zu ersteren die feinkörnigen („Leukoxen oder Titanomorphit") rechnen, wie sie sich namentlich in etwas zersetztem Diabas finden.

Optisches: Die gesteinbildenden (nicht in Hohlräumen aufgewachsenen) Titanite erscheinen im Handstücke als braune (Syenit) oder honiggelbe (Phonolith) Kriställchen von starkem Glanz, im Dünnschliffe rötlichbraun, blafs gelblichgrau oder fast farblos. Die Zahlen für Brechung und Doppelbrechung gehören mit zu den höchsten, welche gesteinbildende Mineralien überhaupt aufweisen: $\alpha = 1{,}899$, $\beta = 1{,}905$, $\gamma = 2{,}008$ im Mittel; daher das bedeutende Relief, die starke randliche Totalreflexion und die ausgesprochen runzelige Oberfläche in nur einigermafsen gröfseren Durchschnitten. —

$\gamma - \alpha = 0{,}109$; deswegen (wie bei Calcit) nur die unbestimmten weifslichen irisierenden Polarisationsfarben hoher Ordnungen. Am Titanit vom St. Gotthard wurde $\gamma - \alpha = 0{,}121$, vom Schwarzenstein im Zillerthale 0,140 gemessen. Axenebene ist $\infty P \infty (010)$, liegt also in der kurzen Diagonale der rhombischen Schnitte; die spitze positive Bisectrix c steht fast senkrecht auf $^1/_2 P \infty (\bar{1}02)$, $a : c =$ ca. 39° (Fig. 70). Die Dispersion ist stark: $\varrho > v$; $2E_\varrho = 55°$, $2E_v = 34°$ (im Titanit vom St. Gotthard $2E_{li} = 57°$, $2E_{tl} = 48°$, vom Schwarzenstein im Zillerthale $2E_{li} = 51°$, $2E_{tl} = 40°$); Schnitte, die einigermafsen schief zur Axenebene liegen, löschen deshalb nicht mehr vollständig aus. — Pleochroismus wird nur in den gefärbten Varietäten deutlich wahrgenommen: a fast farblos, b gelblich, c rotgelb bis bräunlichrot (manche Titanite zeigen a fast = b lichtbräunlichgelb, c hell weingelb).

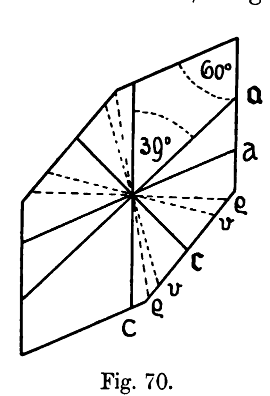


Fig. 70.

Chemisches: $CaSiTiO_5$, in den braun gefärbten geringer Fe-Gehalt. Von HCl nicht angreifbar, von H_2SO_4 aber zersetzbar; Wasserstoffsuperoxyd färbt diese Lösung orangerot. Bei der Umwandlung bedeckt sich der Titanit mit einer trüben, erdigen, im auffallenden Lichte bräunlichgelben Kruste von unbekannter Zusammensetzung (z. B. in nicht ganz frischem Meifsener Syenit), welche ihrem Aussehen nach sehr an die sogenannte Leukoxenrinde der Titaneisenkörner erinnert; in der Regel ist damit eine Abscheidung von $CaCO_3$ verbunden. Andere, seltenere Umsetzungen sind beobachtet worden: In Rutil (portugiesische Foyaite, N. Jahrb. f. Min. 1882, II, 200); in Anatas (Hornblendegranite der Troas, ebendas. 1883, I, 187); in Perowskit (Phonolith von Kleinpriesen im böhmischen Mittelgebirge, ebendas. 1889, I, 99); bisweilen bildet sich auf Spaltrissen des Titanits ein schwarzes, blätteriges Eisenerz, wahrscheinlich Titaneisen.

Spez. Gew.: 3,4—3,6. *H.*: 5—5,5.

Unterscheidung: Von Epidot in kleinen Individuen und kleinkörnigen Aggregaten siehe diesen.

76. ORTHOKLAS (u. SANIDIN).

Form: Kristalle in porphyrischen und porphyrartigen Gesteinen, hauptsächlich begrenzt von $P = 0P(001)$, $M = \infty P \infty (010)$, T und

l = $\infty P(110)$, x = $P\bar{\infty}(\bar{1}01)$ und y = $2P\bar{\infty}(\bar{2}01)$, mehr oder weniger tafelförmig nach M (Fig. 71, *a*) oder auch säulenartig gestreckt nach der Klinodiagonale a, in welchem Falle P und M vorwiegen (Fig. 71, *b*). Die Form der Durchschnitte ist aus den Figuren zu ersehen. Eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach P, sowie eine zweite fast gleich vollkommene nach M treten besonders in dünnen Schnitten als scharfe, gerade und anhaltende Risse hervor, weniger gut ausgeprägt in etwas dickeren Schliffen. Die basische Spaltbarkeit bringt die glatten, spiegelnden Flächen hervor, welche man an den durchgebrochenen Orthoklasen z. B. der Granite und Syenite im Handstücke bemerkt. Übrigens sind in den Präparaten diese beiden Spaltrichtungen nicht immer voneinander zu unterscheiden, da die zweite an Vollkommenheit die erste manchmal erreicht; in anderen Fällen tritt sie stark gegen die basische Spaltbarkeit zurück, deren zahlreiche Sprünge in Schnitten nach M einen Winkel von ca. 64° mit der Vertikalaxe c bilden. Man möge sich, um ein Bild von dem Verlaufe der Spaltrisse in den hauptsächlichsten Durchschnitten zu bekommen, die Sprunglinien in die Schnittfiguren nach den beiden vertikalen Pinakoiden sowie senkrecht zu c eintragen.

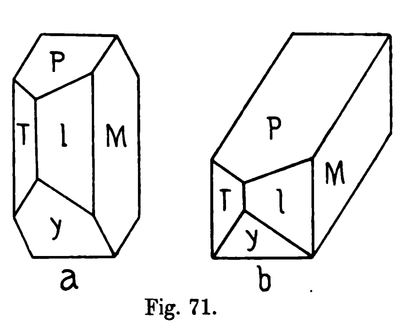


Fig. 71.

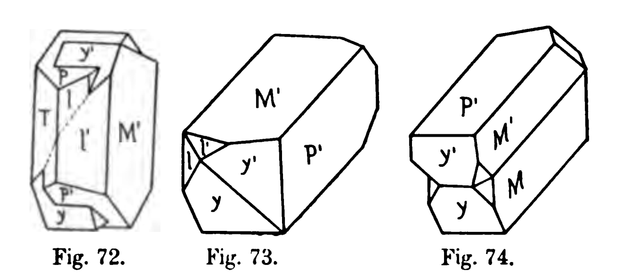


Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74.

Fast ebenso häufig wie einfache Kristalle finden sich in den Gesteinen Zwillinge. Am verbreitetsten sind solche nach dem Karlsbader Gesetz, bei welchem $\infty P\bar{\infty}(100)$ Zwillingsebene, M die Verwachsungsfläche ist (Fig. 72). In Durchschnitten aus der orthodiagonalen Zone verläuft dann die Zwillingsnaht parallel dem Klinopinakoid als gerade (mitunter auch weniger regelmäfsig als gebogene oder geknickte) Linie. Die Umrisse der Durchschnitte geben über

diese Art der Zwillingsbildung zumeist keinen Aufschlufs, auch nicht die Spaltbarkeit nach M, deren Linien in beiden Individuen übereinstimmend verlaufen, wohl aber die basischen Spaltrisse, die in allen nicht auf M senkrecht stehenden Durchschnitten in wechselndem Winkel aufeinander stofsen und besonders an dem Verhalten unter + Nic. Bekannt sind die aus porphyrartigem Granit herausgelösten grofsen Karlsbader Orthoklaszwillinge. Im Handstücke (Granit, Syenit, manche Quarzporphyre) erkennt man sie oft an dem ungleichen Einspiegeln der beiden Hälften eines durchgebrochenen Kristalls. — Seltener sind die Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz, bei welchem ein Klinodoma $2\grave{P}\infty$ (021) als Zwillings- und fast immer auch als Verwachsungsebene fungiert (Fig. 73). Sie kommen besonders an den nach a gestreckten Kristallen vor und sind dann in den langrechteckigen Schnitten nach P und M im gewöhnlichen Lichte weder an den Umrifslinien noch am Verlaufe der Spaltrisse zu erkennen; dagegen liegt in den nahezu quadratischen Durchschnitten nach $\infty\bar{P}\infty$ (100) die Zwillingsnaht in der Richtung der einen Diagonale, und die basischen Spaltrisse treffen fast rechtwinkelig aufeinander (über die Erscheinungen im polarisierten Lichte siehe unten: Optisches). — Noch spärlicher sind Zwillinge nach dem Manebacher Gesetz (z. B. im Porphyr vom Raubschlöfschen im Odenwalde); Zwillings- und Verwachsungsebene ist die Basis (Fig. 74); hauptsächlich die nach a säulenförmigen Kristalle werden hiervon betroffen. Da in allen Schnitten die Spaltbarkeit beider Individuen gleichsinnig verläuft und auch die Umrisse im Dünnschliffe fast nie einspringende Winkel zeigen, so ist diese Art der Zwillingsbildung nur bei Betrachtung im polarisierten Lichte zu ermitteln. — Komplizierte Gebilde entstehen dadurch, dafs Karlsbader Zwillinge z. B. ihrerseits wieder nach dem Bavenoer oder Manebacher Gesetz verwachsen, Manebacher Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz etc. — Über noch andere, sehr seltene Zwillingsbildungen siehe Zeitschr. f. Kryst. 1879, III, 601 (aus dem Fichtelgebirge) und 1882, VI, 493 (aus dem Biotitgranit des Riesengebirges).

Gut ausgebildeten Kristallen begegnet man in Quarzporphyren unter den Einsprenglingen, die schon mit blofsem Auge im Dünnschliffe (wie im Handstücke) an ihrem durch mehr oder weniger weit vorgeschrittene Zersetzung bedingten trüben Aussehen von den wasserhellen Quarzschnitten zu unterscheiden sind. Ein Teil dieser Durchschnitte aber erweist sich unter + Nic. durch seine

vielfache Zwillingslamellierung als dem Plagioklas angehörig. Ähnliche Orthoklasausscheidungen enthalten die Orthoklasporphyre; die ziegelroten Einsprenglinge im Liebeneritporphyr des Fassathales (Tirol) sind Orthoklaskristalle, durch Eisenoxyd rot gefärbt. — In Graniten und Syeniten vorwiegend als Kristallkörner ausgebildet, die nur dem Quarz gegenüber selbständige Begrenzung zeigen, nicht aber gegen Glimmer und Hornblende. Es hängt dies damit zusammen, dafs im allgemeinen die Festwerdung des Orthoklases derjenigen der dunklen Gemengteile folgt, der des Quarzes vorausgeht. Karlsbader Zwillinge sind weit verbreitet, Bavenoer gelegentlich vorhanden, z. B. im Granit des Greifensteins und von Schneeberg (Gleesberg) im Erzgebirge, im weifsen Granit von Baveno. Eine Ausnahme ist es, dafs im Granit von S. Fedelino am Lago Maggiore der Orthoklas gröfstenteils in Bavenoer Zwillingen vorkommt (nach Viola). Auch in diesen Tiefengesteinen tritt neben Orthoklas Plagioklas auf, spärlich im Syenit, reichlicher im Granit, besonders bei Vorherrschen der dunklen Gemengteile; er ist an der polysynthetischen Zwillingsstreifung im polarisierten Lichte leicht zu unterscheiden. — Gar keine kristallographische Umgrenzung zeigt der Orthoklas im Gneifs.

Mechanische Beeinflussung (durch Gebirgsdruck oder Bewegungen im zähen Magma) erzeugt ganz ähnliche Erscheinungen des Zerbrechens, randlicher oder totaler Zertrümmerung und unregelmäfsig undulierender Auslöschung, wie sie z. B. die Quarzkörner gequetschter Granite an sich tragen. Auch chemische Korrosion, meist in einer Abschmelzung der Kristalle bis zu rundlichen Körnern, seltener in zungenartigem Eingreifen der Grundmasse bestehend, kommt z. B. in Quarzporphyren vor.

Die Einschlüsse sind recht mannigfacher Natur. Selten werden solche einer Flüssigkeit wahrgenommen und dann nur in frischem Orthoklas; sie werden wohl meist durch die mit der Zersetzung eintretende Trübung verdeckt oder zerstört. Eisenerze, Apatitnädelchen, Quarzkörner, Glimmerschüppchen u. dgl. sind primärer Natur; als sekundäre Einlagerungen erscheinen rote oder gelbe Eisenglanzhäute auf Spaltrissen (z. B. im Syenit von Meifsen, vom Plauenschen Grunde) oder, durch Umsetzung aus Orthoklas hervorgehend, blätterige und feinschuppige Aggregate von Muscovit, dessen Lamellen mitunter parallel P und M liegen und dann in Schnitten nach dem Orthopinakoid zwei sich rechtwinkelig durchkreuzende Systeme bilden; auch blafsgelbliche, lebhaft polarisierende Körner-

haufen von Epidot und trübe Massen von Kaolin erfüllen als Neubildungsprodukte den Orthoklas.

Wenn wasserhelle, zuweilen hohle Quarzstengel in untereinander paralleler Stellung ein Orthoklasindividuum durchwachsen, ohne daſs sie zugleich auch diesem gegenüber gesetzmäſsig kristallographisch orientiert sind, dann entstehen schriftgranitische oder mikropegmatitische Bildungen. In Durchschnitten senkrecht zu den Quarzstengeln erscheinen diese in dem meist trüben Feldspate als wasserklare Drei- oder Vierecke, Rhomben und mancherlei andere geschlossene oder offene und dann von Orthoklassubstanz erfüllte Figuren, in Schnitten parallel zu den Stengeln als annähernd gleichlaufend begrenzte Streifen (Fig. 75). In beiden Fällen zeigen die gleichen Polarisationsfarben und die gleichzeitige Auslöschung die Zusammengehörigkeit je einer Gruppe von Quarzstengeln zu einem Individuum. Sehr schön, wenn auch klein, zeigen sich diese Verwachsungen in den sogenannten „Granophyren“ (Meiſsen; Sperberbächel am Hohwald in den Vogesen); gelegentlich und meist in geringerem Umfange trifft man sie in Graniten und Syeniten.

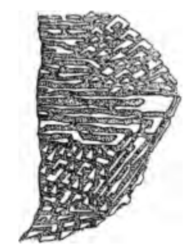


Fig. 75.

Wohl in jedem Granit- oder Gneiſspräparate finden sich Verwachsungen von Orthoklas mit unregelmäſsigen, schmalen, sich oft auskeilenden spindelförmigen Lamellen von Albit oder einem dem Albit nahestehenden Plagioklase, die ungefähr parallel $\infty P \infty$ (100) liegen. Solche mikroperthitische Bildungen sind besonders in Schnitten aus der Prismenzone deutlich sichtbar, woselbst die spindel- oder flammenförmigen Albiteinlagerungen manchmal schon im gewöhnlichen Lichte an ihrer etwas höheren Brechung (namentlich bei schiefer Beleuchtung) und an der frischeren Substanz kenntlich sind, sich aber besonders unter + Nic. durch höhere Polarisationsfarben und abweichende Auslöschungsschiefe hervorheben (deutlich u. a. im Granit von Eibenstock im Erzgebirge). In den meisten sächsischen Granuliten erscheint der Orthoklas geradezu feinfaserig infolge sehr geringer Dimensionen der Albitspindeln; letztere sinken bisweilen zu so groſser Feinheit herab, daſs man, wie z. B. in dem farbenschillernden Orthoklas von Frederiksvärn, ihr Vorhandensein mehr vermutet als wirklich sieht. — Eine randliche Umwachsung von rotem Orthoklas durch graugrünen Plagioklas findet sich u. a. im Rapakiwi; hier wie auch an den Orthoklaseinsprenglingen des

Granitporphyrs von Beucha bei Leipzig bemerkt man oft schon mit bloſsem Auge zonenförmig angeordnete dunkle Einschlüsse.

Optisches: Weiſs, gelblich oder rot (durch feinverteiltes Eisenoxyd) im Handstücke, selten graublau; im Dünnschliffe farblos. Lichtbrechung gering: $\alpha = 1{,}518$, $\beta = 1{,}522$, $\gamma = 1{,}526$ (für Adular); daher weder Relief noch Runzelung der Oberfläche. Doppelbrechung noch etwas geringer als Quarz: $\gamma - \alpha = 0{,}008$, die anderen beiden Differenzen nur je 0,004, so daſs in guten Schliffen die Polarisationsfarben über das lichte Grau der 1. Ordnung nicht hinausgehen. — Die Axenebene steht senkrecht auf M und bildet mit der Basis ca. 5° im stumpfen Winkel β; um ebensoviel ist die spitze negative Bisectrix $\mathfrak{a}$ gegen die Klinodiagonale a geneigt (die Neigung schwankt zwischen 3 und 7°, steigt bei hohem Na-Gehalte sogar auf 12°). Die stumpfe Bisectrix $\mathfrak{c}$ fällt mit der Orthodiagonale b zusammen, die optische Normale $\mathfrak{b}$ bildet mit der Vertikalaxe c etwa 21° im stumpfen Winkel β (Fig. 76). Der Axenwinkel $2V =$ ca. 70° ($2E = 119$—125°), die Dispersion sehr deutlich horizontal und $\varrho > v$. Schnitte aus der orthodiagonalen Zone löschen nach dem Vorhergehenden sämtlich gerade aus; solche nach $\infty P \infty$ (010) etwa 5° gegen die basischen Spaltrisse (oder die Kante P : M) und ca. 21° gegen c (oder die Kante T : M).

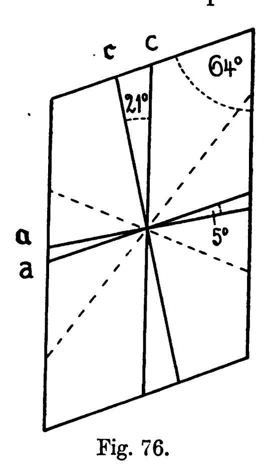


Fig. 76.

Orthopinakoidale Schnitte zeigen ein fast vollkommenes Axenbild, die übrigen aus der vertikalen Zone Axen- oder Bisectricenaustritt, immer aber so, daſs die Axenebene sehr nahe der vollkommensten (basischen) Spaltbarkeit parallel geht. — Karlsbader Zwillinge: In Schnitten aus der b-Zone löschen beide Hälften gleichzeitig aus und zwar parallel und senkrecht zur Zwillingsnaht; auch die Lage der Axenebene ist in beiden die gleiche; in Schnitten nach M aber beträgt die Auslöschung der beiden Individuen gegeneinander ca. 42°; die Zwillingsnaht halbiert diesen sowie den Winkel der basischen Spaltrisse. — Bavenoer Zwillinge: In charakteristischen Schnitten nach $\infty P \infty$ (100), in welchen die Zwillingsgrenze diagonal verläuft und die basischen Spaltrisse nahezu rechtwinkelig aufeinander stehen, bilden auch die Auslöschungsrichtungen und die Axenebenen fast einen rechten Winkel miteinander. In Schnitten aus der klinodiagonalen Zone (Spaltrisse parallel der Zwillingsnaht) schwankt die

Auslöschungsschiefe je eines Individuums von 0—5° und zwar so, dafs mit dem Wachsen derselben in der einen Hälfte ein Sinken in der anderen Hand in Hand geht und bei 0° in der einen 5° in der anderen beobachtet werden. — Manebacher Zwillinge: In Schnitten aus der orthodiagonalen Zone verlaufen Spaltbarkeit und Auslöschungsrichtung in beiden Individuen übereinstimmend; in solchen nach M gehen zwar die basischen Spaltrisse in beiden Hälften auch einander parallel, aber die Auslöschung beider gegeneinander beträgt ca. 10°, welcher Winkel von den Spaltrissen (und der Zwillingsnaht) halbiert wird.

Chemisches: $KAlSi_3O_8$, gewöhnlich mit 2—3% Na_2O. Von heifser HCl nicht merklich angegriffen; von HF leicht (rascher als Quarz) gelöst. V. d. L. schwer zu trübem, blasigen Glase schmelzbar; mit Kobaltsolution geglüht färbt er sich an den geschmolzenen Kanten blau. — Bei der Verwitterung bilden sich Aggregate von Muscovit oder Kaolin. Beide Vorgänge beginnen oft im Innern des Kristalls, schreiten dann auf den Sprüngen vor und ermöglichen durch die entstehende Trübung auf den ersten Blick eine Unterscheidung von dem stets wasserhellen Quarz. Bei der Kaolinisierung hat das neugebildete Produkt meist ein erdiges Aussehen und niedrige Polarisationsfarben; bei der Umwandlung in Muscovit zeigt die neue farblose, feinblätterige Substanz lebhafte Farben unter + Nic.; hierbei erhöht sich das spez. Gew., bei der Kaolinisierung sinkt es.

Spez. Gew.: 2,54—2,58. *H.*: 6.

Unterscheidung: Von Eläolith durch Zwillingsbildung, schiefe Auslöschung, zweiaxigen Charakter, Fehlen isotroper Basisschnitte und Unangreifbarkeit von kalter HCl. — Plagioklas ist meist polysynthetisch verzwillingt; wenn einfach oder nur zweiteilig, dann manchmal nur auf chemischem Wege mit Sicherheit zu unterscheiden. — Frischer Orthoklas in kleinen, sprungfreien Körnern (z. B. in Porphyrgrundmasse, in Hornfelsen u. dgl.) ist wohl mit Quarz zu verwechseln; bei genügender Gröfse giebt das Axenbild Aufschlufs, sonst die Behandlung mit HF: Man läfst einen Tropfen derselben $^1/_4$—1 Minute lang auf die gereinigte Schliffläche einwirken, wobei Quarz nur lösend angegriffen wird, während sich auf dem Orthoklas eine Schicht von amorphem Kieselfluoraluminium bildet; um diese deutlich sichtbar zu machen, saugt man mit Fliefspapier vom Rande her, ohne den Schliff zu berühren, die Flüssigkeit ab und verdampft den Rest unter Daraufblasen über dem Wasser-

bade. Dann setzt man einen grofsen Tropfen einer Farblösung auf (z. B. Methylviolett) und spült nach etwa 10 Minuten vorsichtig ab. Quarz ist farblos geblieben, Orthoklas erscheint lichtblau, kalkreicher Plagioklas dunkelblau gefärbt. Um ein Dauerpräparat herzustellen, soll nach dem Abspülen die gefärbte Haut durch absoluten Alkohol entwässert, einige Minuten in Benzol gelegt, dann mit Lavendelöl befeuchtet und mit einer Lösung von Canadabalsam in Äther bedeckt werden, auf welche das Deckglas kommt.

SANIDIN ist der Kalifeldspat der jüngeren (tertiären und nachtertiären) Eruptivgesteine, besonders der Rhyolithe, Trachyte und Phonolithe. Von derselben Kristallform wie Orthoklas, bildet er wie dieser bald nach M tafelartige, bald nach a gestreckt säulenförmige Kristalle (beide Ausbildungsweisen mitunter nebeneinander in demselben Gestein, wie z. B. die Sanidinausscheidungen des Trachyts vom Drachenfels im Siebengebirge), desgleichen vorwiegend Karlsbader, seltener Bavenoer Zwillinge. Neben den beiden Spaltrichtungen des Orthoklas (nach P und M) ist eine Absonderung nach $\infty P \infty$ (100) weit verbreitet (Einsprenglinge der Trachyte und Phonolithe), deren stets etwas gebogene und nicht genau untereinander parallele Sprünge in Dünnschliffen weit eher als die eigentlichen Spaltrisse sichtbar und in nicht ganz dünnen Schnitten allein vorhanden sind. Einschlüsse der begleitenden Mineralien sowie solche von Gas und Glas sind weit verbreitet, gern in Zonen geordnet und besonders an der Peripherie gehäuft, bisweilen auch wohl streifenförmig gelagert (Drachenfels). Die kleinen Sanidinleisten der Grundmasse erweisen sich gewöhnlich als einschlufsfrei. Nicht selten (Trachyte) findet sich Sanidin als randlicher Saum um zwillingsstreifigen Plagioklas derart, dafs die beiderseitigen M-Flächen zusammenfallen und auch die c-Axen parallel liegen.

Lichtbrechung, Doppelbrechung (Polarisationsfarben) und optische Orientierung sind dieselben wie bei Orthoklas. In ganz seltenen Fällen (ausgeworfene Kristalle und Sanidin der Lapilli) fällt die Axenebene in das Klinopinakoid. Der Axenwinkel ist durchgängig kleiner, $2E = 50^0$ und darunter, fast bis 0^0, weshalb man schon in Luft sehr vollständige Axenbilder erhält.

Chemische Zusammensetzung, Reaktionen, spez. Gew. und H. wie Orthoklas. Umwandlungserscheinungen werden am Sanidin der Rhyolithe und Trachyte fast gar nicht wahrgenommen; aus dem der Phonolithe entstehen manchmal zeolithische Faserbüschel von lebhafteren Polarisationsfarben (Gelb 1. Ord.) als sie Natrolith zeigt.

NATRONORTHOKLAS. Der in einigen Orthoklasen gefundene Gehalt an Na_2O (z. B. 7 % gegen 7,5 % K_2O im farbenschillernden Feldspate von Frederiksvärn) beruht in den meisten Fällen auf einer perthitischen Verwachsung mit Albitlamellen von so großer Feinheit, daß sie u. d. M. auch bei stärkster Vergrößerung kaum oder überhaupt nicht mehr wahrgenommen wird („Kryptoperthit"). Es kommen alle Übergänge von noch deutlich perthitischen Stellen in anscheinend einheitliche mitunter in einem und demselben Durchschnitte vor. Das optische Verhalten ist das des Orthoklases; nur ist die Auslöschungsschiefe auf M bedeutender (10—12°). Abweichungen der Neigung P : M von 90° sind nicht festzustellen und eine sichere Bestimmung immer nur auf chemischem Wege möglich. — Natronorthoklas findet sich vorwiegend in Alkaligraniten und Alkalisyeniten (Nordmarkit, Pulaskit).

VII. TRIKLINE MINERALIEN.

Da triklinen Kristallen jede Symmetrieebene fehlt, so sind auch alle Durchschnitte unsymmetrisch, und weil nie mehr als zwei parallele Flächen gleichwertig sind, können keine sich kreuzenden gleichwertigen Spaltrisse vorkommen. — Optisch zweiaxig; doch fällt keine Elastizitätsaxe mehr mit einer kristallographischen zusammen; daher auch schiefe Auslöschung in allen Schnitten (eine der sehr seltenen Ausnahmen hiervon bildet Oligoklas von ganz bestimmter Zusammensetzung). Die Dispersion betrifft optische Axen, Elastizitätsaxen und Axenebene. Das Interferenzbild um eine Bisectrix ist dem der übrigen zweiaxigen Mineralien ähnlich, aber in Bezug auf Farbenverteilung durchaus unsymmetrisch. — Pleochroitische Mineralien zeigen drei Hauptfarbenverschiedenheiten, die aber nicht mit den drei Elastizitätsaxen zusammenzufallen brauchen; die Abweichungen hiervon sind sehr gering.

77. MIKROKLIN.

Form: Dieser trikline Kalifeldspat zeigt — von kleinen Winkeldifferenzen abgesehen — die Form des monoklinen Orthoklases, dessen Flächenbuchstaben (P, M, T, l etc.) auch auf ihn übertragen werden; es beträgt aber die Neigung P : M hier infolge des triklinen Charakters nicht 90°, sondern 90° 16′—90° 30′. Die Spaltbarkeit ist die des Orthoklases. — Weit häufiger als einfache Kristalle sind polysynthetische Zwillinge aus zwei Zügen gewöhnlich recht dünner Lamellen, und zwar verläuft der eine parallel M (entsprechend dem Albitgesetz der Plagioklase), der andere, fast senkrecht darauf stehende hat die Makrodiagonale b als Drehungsaxe (wie bei dem Periklingesetz der Plagioklase). Auf diese Weise kommt die an-

scheinend rechtwinkelige Gitterung zustande, welche mancher Mikroklin (z. B. der grüne vom Pikes Peak in Colorado u. a.) auf P und x schon dem bloſsen Auge zeigt. Im Dünnschliffe tritt sie meist erst unter + Nic. deutlich hervor und zwar in allen Schnitten, welche nicht parallel einer Lamellierung gehen, wenn auch der Winkel der Gitterung mit der Neigung des Durchschnittes wechselt. Über die Erklärung dieser Gitterung durch Zwillingsbildung einzig und allein nach dem Albitgesetz siehe N. Jahrb. f. Min. Beilageb. VII, 359. — Solcher gegitterter Mikroklin kann seinerseits wieder nach dem Karlsbader oder Bavenoer Gesetz zu weiteren Zwillingen verwachsen. Er findet sich in einer ganzen Reihe von Graniten (Biotitgranit von Meiſsen; vielorts im südlichen Schweden etc.), im Eläolithsyenit (Ditró), in Gneiſsen (Bodenmais; Rothenburg am Kyffhäuser; Schwarzwald; Schweden etc.). Im Granit ist er meist frischer als Orthoklas und manchmal offenbar jünger. Mitunter erstreckt sich die Gitterstreifung nicht gleichmäſsig über den ganzen Durchschnitt; unregelmäſsig begrenzte Stellen zeigen auch bei stärkster Vergröſserung keine Lamellen, sind aber durch allmähliches Feinerwerden der Streifung in allen Übergängen mit typischem Mikroklin verbunden. In Betreff ihrer Auslöschung verhalten sie sich bald wie Orthoklas (0° auf P), bald wie Mikroklin (15—16° auf P). Man hat es hier wohl mit einer submikroskopischen Gitterung zu thun derart, daſs im ersten Falle beide Lamellenzüge im Gleichgewicht stehen, im zweiten der eine vorwiegt. Daraus will man schlieſsen, daſs der Orthoklas überhaupt nur ein Mikroklin mit allerfeinster, durch unsere Mikroskope nicht mehr auflösbarer Gitterlamellierung sei; dafür würde auch das gleiche spez. Gew. der beiden chemisch gleich zusammengesetzten Feldspate sprechen, welches doch sonst bei dimorphen Mineralien verschieden ausfällt, ferner der abweichende Grad der Spaltbarkeit nach den beiden Prismenflächen T und l des Orthoklases, welcher eine notwendige Folge bei triklinem, nicht zu vereinen mit monoklinem Charakter ist. — Von anderer Seite dagegen wird angenommen, daſs Mikroklin aus Orthoklas erst sekundär durch gebirgsbildenden Druck hervorgegangen sei, weil in einigen Gesteinen mechanische Beeinflussung und Mikroklinstruktur des Kalifeldspates in ersichtlichem Zusammenhange stehen (vgl. z. B. N. Jahrb. f. Min. 1890, II, 66); indessen kommt ausgezeichneter Mikroklin auch aufgewachsen in Hohlräumen vor, wo eine Druckwirkung ausgeschlossen ist, und auſserdem findet sich auch ungegitterter Mikroklin, wie z. B. im Pegmatit von Gasern bei

Meifsen (Zeitschr. f. Kryst. 1891, XVIII, 192), in wenigen Graniten, im Bostonit, Nephelintinguait und Grorudit (Quarztinguait). Diese Modifikation ist nur durch die Abweichung des Winkels P : M von 90° oder durch die schiefe Auslöschung basischer Spaltblättchen (15—16° gegen 0° bei Orthoklas) nachzuweisen, nicht im Dünnschliffe, wo man — ganz seltene Fälle ausgenommen — nur annähernd über die Lage eines Durchschnittes orientiert ist; möglicherweise verbirgt sich unter anscheinendem Orthoklas noch mancher ungegitterter Mikroklin. — Wie Orthoklas so wird auch Mikroklin oft von Albitlamellen und -spindeln in ganz ähnlicher Weise durchwachsen; man spricht dann von Mikroklinmikroperthit.

Optisches: Gewöhnlich fleischrot oder farblos im Handstücke; im Schliffe wie Orthoklas, mit welchem auch Brechungsexponenten und Doppelbrechung (Polarisationsfarben) übereinstimmen. Die Axenebene liegt ähnlich wie im Orthoklas; ihr Durchschnitt mit M (auf welchem sie nicht senkrecht steht) bildet mit der Kante P : M 5—6°, und das ist auch die Auslöschungsschiefe auf dieser Fläche. Basisschnitte aber zeigen infolge der doppelten Neigung der Axenebene nicht wie bei Orthoklas gerade, sondern 15—16° Auslöschungsschiefe gegen die Kante P : M. Die der Vertikalen zunächst liegende Elastizitätsaxe ist die optische Normale $\mathfrak{b}$; bei a liegt die spitze negative Bisectrix $\mathfrak{a}$, bei b die stumpfe Bisectrix $\mathfrak{c}$. In Gitterzwillingen löschen die alternierenden Lamellen je eines Systems in Basisschnitten ebenfalls mit ca. 15° gegen ihre Längsrichtung aus, und da beide Lamellenzüge hier fast rechtwinkelig aufeinander stehen, so erfolgt bei dem angegebenen Winkel die Auslöschung der entsprechenden Lamellen des einen wie auch des anderen Systems. — Im konvergenten Lichte geben Spaltblättchen nach M nicht wie bei Orthoklas auf dieser Fläche zentralen, sondern deutlich schiefen Bisectricenaustritt. $2V_{na}$ = ca. 84°, $\varrho > v$ um $\mathfrak{a}$.

Chemisches: $KAlSi_3O_8$ wie Orthoklas, mit welchem auch Reaktionen, spez. Gew. und H. übereinstimmen.

Unterscheidung: Wenn ungegittert, dann von Orthoklas nur durch Messung des Winkels P : M oder durch die Auslöschungsschiefe von 15—16° auf basischen Spaltblättchen zu unterscheiden. — Bei den gleichfalls nach dem Albit- und Periklingesetz zugleich verzwillingten Plagioklasen ist das Gitterwerk nie so dicht, die Begrenzung der Lamellen viel geradliniger; aufserdem giebt der chemische Bestand Aufschlufs.

78. PLAGIOKLASE.

Isomorphe Mischungen von Albit (Ab) = $NaAlSi_3O_8$ und Anorthit (An) = $CaAl_2Si_2O_8$, von welchen beiden ersterer der sauere, spezifisch leichtere, von HCl unangreifbare, letzterer der basische, spezifisch schwerere, von HCl unter Gelatinieren zersetzbare ist. In der Gruppe der Plagioklase bilden chemische Zusammensetzung, Angreifbarkeit durch Säuren, spezifisches Gewicht, Auslöschungsschiefe auf der Basis (P) und dem Brachypinakoid (M), Neigung von P:M, je eine kontinuierliche Reihe; hat man ein Glied einer derselben ermittelt, so sind auch die für dieselbe Mischung geltenden Glieder der übrigen Reihen bekannt. — Folgende Tabelle zeigt die Einteilung der Plagioklasreihe samt den wichtigsten Konstanten der einzelnen Mischungen.

	Mischung	% SiO_2	Von HCl	Spez. Gew.	Auslöschung auf P	Auf M	$\frac{\alpha+\beta+\gamma}{3}$
Albit	Ab_1An_0 bis Ab_8An_1	68,68 bis 65,70	nicht angreifbar	2,624 bis 2,640	$+4^\circ 30'$ bis $+3^\circ 12'$	$+19^\circ$ bis $+13^\circ 49'$	1,533
Oligoklas	Ab_6An_1 bis Ab_2An_1	64,85 bis 59,84	kaum angreifbar	2,645 bis 2,671	$+2^\circ 45'$ bis $-0^\circ 35'$	$+11^\circ 59'$ bis $-2^\circ 15'$	1,542
Andesin	Ab_3An_2 bis Ab_4An_3	58,11 bis 57,37	deutlich angreifbar	2,680 bis 2,684	$-2^\circ 12'$ bis $-2^\circ 58'$	$-7^\circ 58'$ bis $-10^\circ 26'$	1,553
Labradorit	Ab_1An_1 bis Ab_1An_2	55,55 bis 51,34	teilweise zersetzbar	2,694 bis 2,716	$-5^\circ 10'$ bis $-12^\circ 28'$	-16° bis -26°	1,558
Bytownit	Ab_1An_3 bis Ab_1An_6	49,26 bis 46,62	zersetzbar	2,728 bis 2,742	$-17^\circ 40'$ bis $-27^\circ 33'$	$-29^\circ 28'$ bis $-33^\circ 29'$	1,565
Anorthit	Ab_1An_8 bis Ab_0An_1	45,85 bis 43,16	desgl.	2,747 bis 2,758	$-28^\circ 4'$ bis -37°	$-33^\circ 40'$ bis -36°	1,581

Anm.: Andesin wird manchmal zu Oligoklas, Bytownit zu Anorthit gezogen.

Form: Kristalle in Ausbildungsweise (tafelartig nach M oder leistenförmig nach a) und Winkelwerten den Orthoklaskristallen ähnlich (Fig. 77), von welchen auch die Flächenbuchstaben in entsprechender Weise übertragen werden: P = 0P(001), M = ∞P̆∞(010), T = ∞,P(1̄10), l = ∞P,(110), x = ,P̄,∞(1̄01), y = 2,P̄,∞(2̄01); doch sind einfache Kristalle, welche dann auch die orthoklasähnliche Spaltbarkeit nach P und M zeigen, sehr selten; fast überall begegnet man Zwillingen mit oft wiederholter Lamellenbildung; über nur zweiteilige Zwillinge siehe unten: Albit. Am häufigsten

erfolgt die Zwillingsbildung nach M (Albitgesetz, Fig. 78), wobei dann in allen gegen M geneigten Schnitten die Lamellen als parallele Streifen erscheinen. An gröſseren Individuen gewahrt man mitunter schon im Handstücke auf den Bruchflächen der Plagioklase eine mehr oder weniger feine Liniierung, im Dünnschliffe u. d. M. eine solche oft schon im gewöhnlichen Lichte, wenn auch die Streifung erst unter + Nic. besonders deutlich hervortritt. Diorite, Diabase, Gabbro, Norit, Andesite, Plagioklasbasalte etc. zeigen diesen Anblick; die Plagioklase sind in den porphyrischen Gesteinen Kristalle, in den körnig struierten mehr Körner (z. B. im Granit, Pyroxensyenit u. a.). Man wird in diesen Gesteinen auch beobachten, daſs die Lamellen nicht immer gleichmäſsig durch den

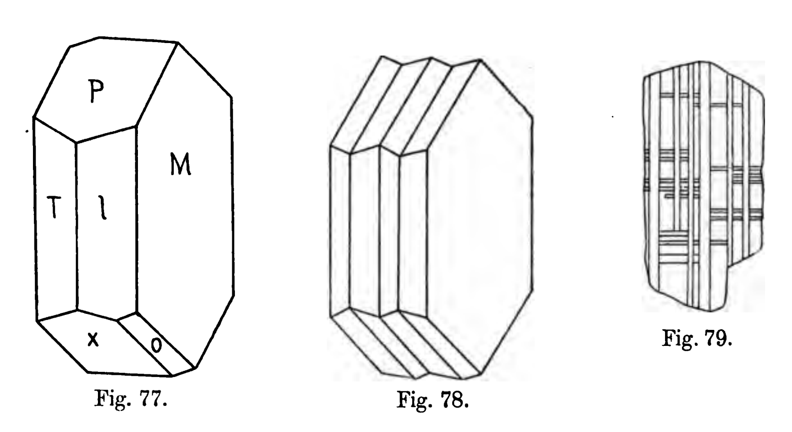


Fig. 77. Fig. 78. Fig. 79.

ganzen Schnitt gehen, sondern sich bisweilen verbreitern oder auskeilen, plötzlich absetzen, in manchen Teilen reichlicher auftreten als in anderen, an einer Stelle spärlich und breit, an einer anderen nur schmal sind. — So verzwillingte Plagioklase können ihrerseits weiter nach Art eines Karlsbader oder Bavenoer Zwillings zusammentreten. — Bei einer zweiten, selteneren Zwillingsbildung ist die Makrodiagonale b die Drehungsaxe (Periklingesetz). In den Schnitten aus der b-Zone, welche nicht gerade parallel der Verwachsungsebene liegen, verläuft die Lamellierung nicht wie beim Albitgesetz in der Längsrichtung (‖ M), sondern quer; in Schnitten nach M ist sie bei Albit weniger nach vorn geneigt als die Basis und bildet mit der Kante P : M (oder mit den basischen Spaltrissen) 22—13°, bei Oligoklas 4°, bei Andesin 0°, wird dann steiler einfallend und bildet nach der anderen Seite hin bei Labradorit 2—9°, bei Anorthit ca. 18°. Wenn Albit- und Periklingesetz an demselben In-

dividuum zugleich auftreten, dann durchkreuzen sich die beiden Lamellenzüge in allen Schnitten, die nicht parallel dem einen verlaufen, unter wechselnden Winkeln (in der b-Zone nahezu rechtwinkelig); es entstehen dann mikroklinähnliche Bilder, aber von viel gröberem Gefüge, geringerer Zahl und geraderer Begrenzung der Lamellen (Fig. 79).

Zonenbau ist eine weit verbreitete Erscheinung zumal bei den Einsprenglingen (z. B. Andesite). Bald sind Kern und Schalen chemisch und damit auch in ihrem optischen Verhalten völlig gleich, und die Erscheinung wird nur durch zonar geordnete Einschlüsse ersichtlich; häufiger aber zeigen sich chemische Gegensätze zwischen Kern und Schichten sowie der letzteren untereinander, die sich in einer abweichenden Auslöschungsschiefe kundgeben. In den allermeisten Fällen ist dann der Kern basischer und gegen den Rand nimmt die Acidität zu. Dies kann kontinuierlich oder in scharf abgesetzten Schichten mit kleinen Intervallen erfolgen. Die Differenzen in der Auslöschungsschiefe können bis zu 10° steigen, betragen aber meist weniger. Zwillingslamellen setzen durch die Schichten ungestört hindurch. Nicht zu verwechseln mit Schalenbau ist die randliche Umwachsung von Plagioklas durch einen Sanidinsaum (Trachyte).

Mechanische Beeinflussung durch Gebirgsdruck giebt sich in Biegungen der Lamellen, in Verschiebung derselben gegeneinander längs der Sprünge, bei starker Alteration in randlicher oder totaler Zertrümmerung kund. Chemische Eingriffe von seiten des umgebenden Schmelzflusses bewirken Korrosionserscheinungen (z. B. Einsprenglinge der Augitandesite etc.), meist aber von geringerem Umfange als etwa beim Quarz.

Optisches: Im Handstücke meist farblos oder weifs, auch gelblich oder grünlich, nicht von dem intensiven Rot vieler Orthoklase; farblos im Dünnschliffe und zwar in alten Eruptivgesteinen und manchen kristallinen Schiefern gewöhnlich orthoklasartig trübe, in jungen Ergufsgesteinen mehr sanidinähnlich („Mikrotin"). Lichtbrechung je nach der Zusammensetzung wechselnd (siehe oben Tabelle), steigend mit dem Ca-Gehalte, z. T. geringer, z. T. gröfser als die des Quarzes (vgl. über die diagnostische Verwertung derselben Min. u. petr. Mitteil. XIII, 1892, 388). Die Doppelbrechung kommt der des Quarzes nahe und ist wenig stärker als bei Orthoklas: $\gamma - \alpha = 0{,}008$ für Albit bis mit Labradorit, 0,012 für Anorthit. Die Polarisationsfarben gehen in guten Schliffen nicht über das

Hellgelb der 1. Ordnung hinaus und halten sich meist im Grau. — Infolge der Neigung der Axenebene gegen alle drei Pinakoide geht (im allgemeinen) keine Auslöschungsrichtung parallel einem derselben. Fig. 80 zeigt die Auslöschung auf P und M für die beiden Endglieder der Plagioklasreihe, wobei man den nach links unten sich öffnenden Winkel auf P als positiv, den anderen als negativ bezeichnet. Für die zwischenliegenden Mischungen fällt auch die Auslöschung zwischen diese beiden Grenzwerte (siehe oben Tabelle) und dabei ereignet es sich, dafs sie einmal parallel M liegt, d. h. ausnahmsweise ein Durchschnitt eines triklinen Minerals gerade auslöscht (Oligoklas). Ähnlich verhält es sich auf M, woselbst der nach vorn oben sich öffnende Winkel als der positive, der andere als negativ gilt. Mittels dieser Auslöschungsschiefen läfst sich rasch und sicher die Art des Plagioklases bestimmen, wenn sie an Spaltblättchen (mit zwei durchaus ebenen und glatten Flächen!) gemessen werden können. Im Dünnschliffe sind solche Bestimmungen meist unzuverlässig, weil die Lage des Schnittes kaum je mehr als annähernd bekannt ist.

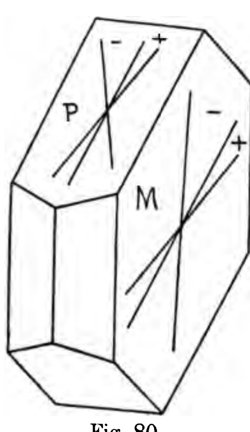


Fig. 80.

Hätte man aber thatsächlich einen basischen Schnitt vor sich, so würden die Lamellen nach rechts und links von der Zwillingsnaht fast genau gleiche Auslöschung ergeben (desgleichen aber auch — doch unter anderem Winkel — in den übrigen Schnitten der makrodiagonalen Zone), welche dann an der Hand obiger Tabelle zur Ermittelung der Art führen. Zur Bestimmung des positiven oder negativen Charakters von Winkeln zwischen 0 und $4^{0}30'$ wird man sich zumeist an die äufserste Lamelle halten können. Solche Durchschnitte, welche in benachbarten Lamellen gleiche Auslöschungsschiefe ergeben, zeigen dann, wenn ihre Längsrichtung mit einem Arme des Fadenkreuzes zusammenfällt, die benachbarten Lamellen gleich beschattet; andere braucht man nicht erst zu prüfen, da sie infolge ihrer Neigung zur Zwillingsebene mehr oder weniger differierende Auslöschungswerte in zwei anstofsenden Lamellen liefern.

Im konvergenten Lichte tritt bei allen Plagioklasen auf M eine positive Bisectrix verschiedentlich schief aus; um diese herum beträgt der Axenwinkel 2 V etwa 90^{0}, und zwar ist er bei Albit spitz ($\varrho < v$), bei Oligoklas stumpf ($\varrho < v$), bei Labradorit spitz ($\varrho > v$),

bei Anorthit stumpf ($\varrho > v$). Das Aussehen des Interferenzbildes auf Spaltblättchen nach M (und P) zeigt Fig. 81.

Chemisches: Über die Zusammensetzung sowie das Verhalten gegen kochende HCl siehe oben die Tabelle; die Zersetzung der basischen Glieder erfolgt unter Gelatinieren. Mit Kieselflufssäure erhält man mehr oder weniger reichlich die hexagonalen Kriställchen des Kieselfluornatriums (S. 46) sowie wetzsteinförmige von Kieselfluorcalcium. HF löst Plagioklas leichter als Quarz im Dünnschliffe. Bei Anwendung der S. 116 beschriebenen Methode färben sich basische

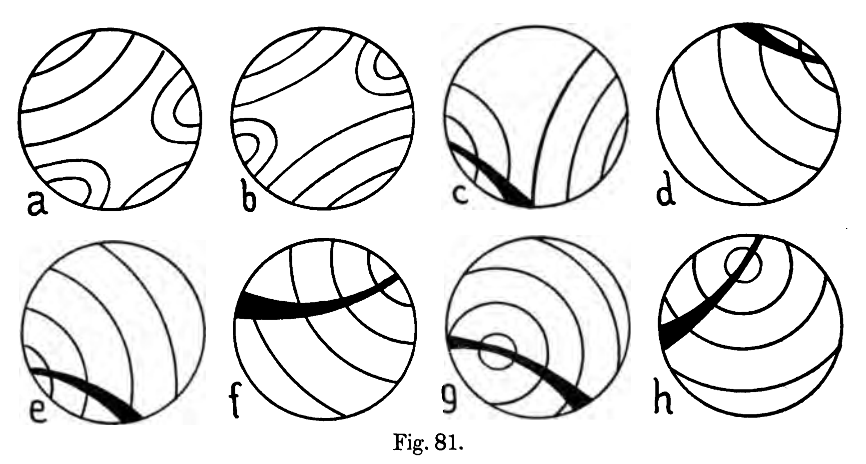


Fig. 81.

a Albit || M; *b* Oligoklas || M; *c* Labrador || M; *d* || P; *e* Bytownit || M; *f* || P; *g* Anorthit || M; *h* || P.

Plagioklase intensiver als Orthoklas. Zur Unterscheidung der Plagioklase auf Grund der Flammenfärbung vgl. Szabó, Über eine neue Methode, die Feldspate auch in Gesteinen zu bestimmen. Budapest 1876; (die Methode fordert ein beträchtliches Mafs von Übung).

Die Umwandlungsvorgänge sind häufig dieselben wie bei Orthoklas: Muscovit oder Kaolin, öfter begleitet von Kieselsäure und Calcit, letzteres besonders bei basischen Mischungen. Verbreitet ist auch eine Umsetzung in stark lichtbrechende Körnchen oder Säulchen von farblosem oder blafsgelblichem Epidot mit lebhaften Polarisationsfarben. Zeolithische Faserbüschel entstehen fast nur aus dem Plagioklas der jüngeren, zugleich Nephelin oder Haüyn führenden Eruptivgesteine; doch ist der Vorgang immerhin selten. Bei der Umwandlung basischer Plagioklase (Labradorit — Anorthit) in Saussurit, bei welcher vielfach Druckwirkungen mitgespielt haben, entsteht ein feinstruiertes Aggregat von vorwiegend Zoisit oder

Epidot, welchem bisweilen Granat, Skapolith, Quarz, auch wohl sekundär gebildeter Albit beigemengt ist (Saussuritgabbro). Seltener ist eine Umwandlung in Skapolith beobachtet worden, in manchen Andesiten eine Verdrängung durch Opal.

Spez. Gew.: 2,624—2,758 (siehe Tabelle). *H.*: 6—6,5.

ALBIT: Weit verbreitet in der Form mikroperthitischer Verwachsungen mit Orthoklas oder Mikroklin. Als selbständige Kristalle oder Körner z. B. im Eläolithsyenit von Litchfield (Nordamerika) neben wenig Orthoklas, ferner in stark dynamometamorph beeinflufsten Gesteinen, z. B. in Quarzkeratophyren („Lenneporphyr"), sogenannten Sericitgneifsen und Porphyroiden; auch in kristallinen Schiefern (Albitphyllit, manche Amphibolite, besonders zoisitführende), wo er gern einfache Individuen bildet und mit Orthoklas oder wegen seiner meist tadellosen Frische mit Quarz verwechselt werden kann; auch Zwillinge mit nur 2 Teilen kommen vor und sehen dann Karlsbader Zwillingen des Orthoklases ähnlich. Im Albit der kristallinen Schiefer liegen oft reichlich winzige Gasporen, Flüssigkeitseinschlüsse, Rutilnädelchen und Kohlepartikel. Albit findet sich ferner in den Adinolen der Diabaskontakthöfe, in vielen „grünen Schiefern", in den Quarzknauern der Phyllite. Sein Vorhandensein in Alkaligraniten und in der Grundmasse von Porphyren und Porphyriten, Rhyolithen und Trachyten ist meist aus dem Ergebnisse der Bauschanalyse der betreffenden Gesteine erschlossen, nicht thatsächlich beobachtet worden.

OLIGOKLAS (u. *ANDESIN*) finden sich besonders häufig neben Orthoklas in Graniten und Syeniten sowie den zugehörigen alten und jungen Porphyrgesteinen; im Handstücke (z. B. Granit) unterscheiden sie sich manchmal durch ihre Farbe (weifs oder grünlichgelb) vom Orthoklas (rot). Form und Einschlüsse sind hier im allgemeinen die des Kalifeldspates. In Diabasen und verwandten Gesteinen, wo Oligoklas wie Labradorit vorwiegend nach a leistenförmig ausgebildet ist, tritt er an Menge sehr hinter letzteren zurück. In Andesiten ist er oft durch deutlichen Zonenbau und grofsen Reichtum an eingeschlossenen braunen Glasfetzen ausgezeichnet (ungarische Augitandesite), ähnlich in Trachyten. Eine weite Verbreitung besitzt er in Gneifsen.

LABRADORIT ist Gemengteil vorwiegend der basischen Eruptivgesteine mit Pyroxengehalt und bildet die Hauptmenge des Plagioklases in Diabasen und Diabasporphyriten, in Norit und

Gabbro; in letzterem treten besonders gern Albit- und Periklingesetz gleichzeitig an den breiten Leisten auf und die Durchschnitte erscheinen durch winzigste Einschlüsse oft kaffeebraun oder grau bestäubt (Volpersdorf; viele skandinavische Vorkommnisse); ähnliches zeigen die Plagioklase (Labradorit und Oligoklas) pyrenäischer Ophite; in denen des Harzburger Gabbros liegen braune oder opake, z. T. gebogene oder geknickte Stäbchen, im Labradorit des Olivingabbros der Insel Mull reichlich Flüssigkeitseinschlüsse mit lebhaft beweglicher Libelle.

ANORTHIT (u. *BYTOWNIT*) kommt verhältnismäfsig selten vor und meist zugleich mit basischem Labradorit, dessen Leistenform er ebenfalls zeigt, z. B. in manchen Dioriten, Olivingabbros, Basalten und Feldspatamphiboliten.

79. PARORTHOKLAS (ANORTHOKLAS).

Ein trikliner Kalk-Natronfeldspat mit Kaligehalt und von sehr grofser Annäherung an monokline Formen; die nach c prismatischen Kristalle sind manchmal unter Vorwiegen von T und l und starkem Zurücktreten von M ausgebildet. Weit verbreitet ist eine äufserst feine Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz, die bis zur Grenze der Auflösbarkeit durch die stärksten Objektive herabsinken kann; sie ist gewöhnlich nur an den dünnsten Schliffen wahrnehmbar und bisweilen von einem zweiten Lamellensystem nach dem Periklingesetz begleitet; auch eine nochmalige Verzwillingung nach dem Karlsbader oder Bavenoer Gesetz kommt vor.

Die Auslöschung auf P beträgt $1^1/_2$—6°, auf M 6—10° gegen die Kante P : M, das spez. Gew. 2,60—2,65, $\beta_{na} = 1{,}504$—1,581; die Polarisationsfarben sind die der übrigen Feldspate. Auf M tritt wenig schief die stumpfe Bisectrix (c) aus, die spitze negative Bisectrix (a) steht fast senkrecht auf y. 2E = 72—88°, $\varrho > v$. — Hierher gehören Feldspate aus Pantellerit, grofsenteils die der Keratophyre, mancher Eläolithsyenite (Laurvikit und Laurdalit Südnorwegens, rhombische Durchschnitte liefernd).

Eine sichere Erkennung ist nur durch chemische Analyse des isolierten Materials möglich; nach den bisherigen Ergebnissen schwankt das Verhältnis von An : Ab + Or von 1 : 3 bis 1 : 22.

80. CYANIT.

Im Gestein meist Stengel ohne gut ausgebildete terminale Flächen, breit säulenförmig durch Vorwiegen von $\infty\bar{P}\infty$ (100), wozu noch $\infty\breve{P}\infty$ (010) und — die Kombinationskanten dieser beiden abstumpfend — Prismen treten. Die Querschnitte sind verschoben achteckig oder sechseckig (wenn das Brachypinakoid fehlt), die Längsschnitte leistenförmig. Parallel dem Makropinakoid verläuft eine vollkommene Spaltbarkeit, eine zweite weniger vollkommene nach $\infty\breve{P}\infty$ (010). Dazu tritt noch eine basische Absonderung von Gleitflächencharakter. Zwillinge kommen vorzugsweise bei den grofsen, eingewachsenen, weniger bei den kleinen, gesteinbildenden Individuen vor. Aufser den geradsäuligen Cyaniten kommen auch krumm- und radialstengelige Aggregate vor.

Findet sich nur in kristallinen Schiefern und dann gern in Gesellschaft von Granat, z. B. in Gneifs (Rauthberg bei Döhlau im Fichtelgebirge); in Granulit (Röhrsdorf, Penig u. a. O. im sächsischen Granulitgebiete, unregelmäfsig tafelartig oder radialstrahlig); in Muscovitschiefer (Gebiet des Osser im Baierischen Walde); in manchen Eklogiten. Bekannt sind die grofsen Cyanite im Paragonitschiefer von Faido.

Blafsblau bis nahezu farblos im Dünnschliffe und fast frei von Einschlüssen. Lichtbrechung hoch: $\alpha = 1{,}717$, $\beta = 1{,}722$, $\gamma = 1{,}729$. Doppelbrechung mäfsig: $\gamma - \alpha = 0{,}012$. Die Axenebene geht durch den spitzen ebenen Winkel von $\infty\bar{P}\infty$ (100) und ist ca. 30° gegen c geneigt. Die spitze negative Bisectrix (a) steht fast senkrecht auf dem Makropinakoid; die Auslöschungsschiefe auf dieser Fläche beträgt etwa 30°, auf $\infty\breve{P}\infty$ (010) ca. 7° gegen die Vertikalaxe, auf der Basis verläuft sie nahezu parallel und senkrecht zur vollkommensten Spaltbarkeit. 2V = ca. 82° (2H = 100°); das Axenbild ist nicht in Luft, aber schon in Wasser hinlänglich gut wahrzunehmen und zeigt bei sehr schwacher Dispersion $\varrho > v$ deutlich gekreuzten Charakter, indem bei Parallelstellung der linke Arm des horizontalen Balkens oben gelb, unten blau gesäumt erscheint, der rechte Arm umgekehrte Farbenverteilung zeigt. — Der Pleochroismus ist gering und nur an intensiver gefärbten Individuen bemerkbar: a = b farblos, c bläulich, tritt also am deutlichsten in Schnitten nach dem Brachypinakoid hervor.

Chemische Zusammensetzung: Al_2SiO_5; von Säuren (auch von HF) unangreifbar; wird mit Kobaltsolution stark geglüht dunkelblau; in Phosphorsalz mit Hinterlassung eines Kieselskelettes löslich. Umwandlungserscheinungen (Muscovitbildung) wird sehr selten beobachtet. — Spez. Gew.: 3,48—3,68. — H.: 5 (auf der breiten Vertikalfläche längsgeritzt), 7 (quer).

Unterscheidung: Von Sillimanit und Andalusit durch schiefe Auslöschung, eventuell auch durch Farbe und Pleochroismus.

ANHANG.

1. SCHWERE LÖSUNGEN.

Die Anwendung schwerer Flüssigkeiten zur Bestimmung des spez. Gew. von Mineralien oder zur Isolierung derselben aus einem Gesteine beruht darauf, dafs in einer Flüssigkeit ein Mineralpartikel von gröfserem spez. Gew. untersinkt, von genau demselben gerade schwebt, von geringerem obenauf schwimmt. Von den verschiedenen Lösungen, die man vorgeschlagen hat, sind besonders im Gebrauch die sogenannte Thoulet'sche und die Methylenjodidlösung.

THOULET'SCHE (KALIUM-QUECKSILBERJODID-) LÖSUNG. Honiggelb; Maximalgewicht 3,196; ist mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbar, giftig, greift die Haut an und wird

durch Metalle zersetzt, desgl. durch organische Substanzen (Staub, Filtrierpapier). Bei längerem Stehen an der Luft ändert sich je nach der Konzentration das spez. Gew. Ziemlich konstant bleibt es bei 3 bis 3,1; schwerere Lösungen verringern ihr Gewicht durch Wasseranziehung, leichtere erhöhen es durch Wasserabgabe. — Bei längerem Gebrauche färbt sie sich durch ausgeschiedenes Jod rotbraun. Man beseitigt diesen Übelstand durch Schütteln mit Quecksilber in der Kälte oder durch Zugabe von Quecksilber bei der Konzentration der Lösung über dem Wasserbade unter öfterem Umrühren bis zur Bildung einer Kristallhaut. Auch während der Aufbewahrung ist eine Portion Quecksilber in der Flasche von Vorteil.

Handelt es sich um die Bestimmung des spez. Gew. eines Minerals (unter 3,1), so trägt man dieses in die Lösung ein und bedient sich dabei eines weiten Reagens- oder eines entsprechenden Standglases. Dann verdünnt man solange unter gutem Umrühren tropfenweise mit Wasser,[1] bis das Mineral eben schwebt, weder steigt noch sinkt; die Annäherung an diesen Zustand erkennt man daran, dafs sich das Fragment auf die hohe Kante stellt. In den letzten Stadien wird man besser verdünnte Lösung, nicht reines Wasser zusetzen; ein Zuviel in der Verdünnung läfst sich durch Hinzufügen von konzentrierter Lösung ausgleichen. Während das Mineralpartikel schwebt, ist sein spez. Gew. gleich dem der Flüssigkeit; dieses letztere wird aber mittels der Westphal'schen Wage leicht gefunden.

Über ein Verfahren, das spez. Gew. von solchen Mineralien, bei welchen es höher ist als das der Lösung, dennoch in letzterer zu bestimmen, vgl. Zirkel, Petrogr. 1893. I, 17.

Zur Isolierung von Mineralien aus einem Gestein zerkleinert man letzteres durch Drücken (nicht durch Reiben) soweit, dafs sich das gewünschte Mineral thatsächlich überwiegend als einzelne Splitter, nicht mehr im Verbande mit anderen Gemengteilen findet. Je nach den Dimensionen desselben im Gestein erreicht man diesen Zustand durch gröberes oder feineres Pulvern und prüft von Zeit zu Zeit eine Pulverprobe unter dem Mikroskope. Den allerfeinsten Staub, welcher bei der Trennung nur hinderlich ist, entfernt man durch Abschlämmen mit Wasser oder besser durch Sieben, wobei man sich der sogenannten Diatomeensiebe bedient. Metalle (z. B.

1) Bei dem Wasserzusatz scheidet sich manchmal, besonders in der konzentrierten Lösung, ein rotes Pulver ab; dieses löst sich beim Schütteln wieder.

Stahlflitterchen aus dem Mörser) zersetzen die Lösung; man entfernt sie durch einen Hufeisenmagneten.

Ein Beispiel mag den weiteren Verlauf der Operation zeigen: Man will aus einem Diorit zum Zwecke einer Analyse den Plagioklas isolieren. Die mikroskopische Untersuchung, welche immer vorausgehen mufs, hat als Gesteinsgemengteile ergeben: Gemeine Hornblende, basische Plagioklase, wenig Quarz, Eisenerz, Titanit und Apatit. Man hat also (in obiger Reihenfolge) mit den spez. Gewichten 3,15—3,33; 2,73—2,76; 2,65; ca. 5; 3,5; 3,18 zu rechnen; sie liegen teils über, teils unter dem des zu gewinnenden Plagioklases. Man wird die Lösung auf etwa 2,9 einstellen und dazu einen der Indikatoren benutzen, das sind etwa erbsengrofse Mineralpartikel von bekanntem spez. Gew. — Goldschmidt empfahl folgende Reihe:

1.	Schwefel	von	Girgenti . .	2,070	11.	Quarz	von	Middleville . .	2,650
2.	Hyalit	„	Waltsch . .	2,160	12.	Labradorit	„	Labrador . . .	2,689
3.	Opal	„	Scheiba . .	2,212	13.	Calcit	„	Rabenstein . .	2,715
4.	Natrolith	„	Brevig . .	2,246	14.	Dolomit	„	Muhrwinkel . .	2,733
5.	Pechstein	„	Meifsen . .	2,284	15.	Dolomit	„	Rauris . . .	2,868
6.	Obsidian	„	Lipari . . .	2,362	16.	Prehnit	„	Kilpatrik . . .	2,916
7.	Perlit	„	Ungarn . .	2,397	17.	Aragonit	„	Bilin	2,933
8.	Leucit	„	Vesuv . . .	2,465	18.	Aktinolith	„	Zillerthal . . .	3,020
9.	Adular	„	St. Gotthard .	2,570	19.	Andalusit	„	Bodenmais . .	3,125
10.	Eläolith	„	Brevig . .	2,617	20.	Apatit	„	Ehrenfriedersdorf	3,18.

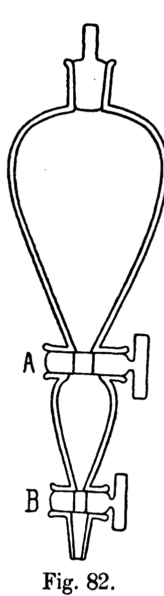


Fig. 82.

Ebensogut sind auch andere Mineralien verwendbar; doch mufs für jedes zuvor das spez. Gew. ermittelt werden, weil es für ein und dasselbe Mineral an verschiedenen Fundpunkten und sogar am gleichen Fundorte um kleine Beträge abweicht.

Im vorliegenden Falle würde man das Prehnitkorn (Nr. 16) in die Flüssigkeit werfen und Wasser zusetzen, bis es eben anfängt zu sinken. Dann füllt man mit dieser Lösung einen Scheidetrichter von nebenstehender Form (Fig. 82) oder einen Tropftrichter mit nur einem Hahn am Abflufsrohre etwas über die Hälfte, wobei *A* offen ist, und trägt dann soviel des Gesteinspulvers ein, dafs eine mäfsig dicke Schicht obenauf schwimmt. Durch Schütteln mischt man Pulver und Flüssigkeit gut und läfst dann ruhig stehen. Die schweren Partikel (Eisenerze, Titanit, Hornblende, Apatit) sinken nun zu

Boden, aber nicht alle, da ein Teil von den aufwärts strebenden leichten am Fallen verhindert wird. Man schüttelt nach einiger Zeit wieder (bei geschlossenem *A*, um die bereits ausgefallenen Partikel nicht wieder mit den übrigen zu vermischen), läfst nochmals absetzen und wiederholt dies genügend oft. Dann läfst man die niedergesunkenen Teile durch *B* ab und hat nur noch Plagioklas und Quarz im Trichter. Will man nun die Feldspate ausfällen, so gebraucht man den Labradorit (Nr. 12) als Indikator und verdünnt die Lösung vorsichtig weiter, bis er anfängt zu sinken. Die erste Portion der dabei fallenden Plagioklase besteht gewöhnlich aus solchen, die durch anhängende Hornblende, Erzteilchen etc. verunreinigt und deshalb schwerer sind; sie werden abgelassen und sind zur Analyse untauglich. Die nun folgende Hauptmasse ist rein (bei Anwesenheit zweier verschiedener Plagioklase würde man zwei Portionen erhalten). Es empfiehlt sich, das spez. Gew. der Lösung zu bestimmen, wenn dieses Ausfallen eben beginnt, um einen Kontrollwert für die chemische Bestimmung zu gewinnen. — Der im Trichter befindliche Rest besteht, wenn der Indikator zu sinken beginnt, aus Quarz und einigen Nachzüglern von Plagioklas, welche infolge Verwachsung mit Quarz oder durch eingeschlossenen Calcit leichter sind. Derartige unreine Zwischenprodukte sind bei jeder Trennung unvermeidlich.

In anderen Fällen wird man das Verfahren modifizieren und vor allem darauf bedacht sein, möglichst wenig Pulver in den Trichter zu bekommen; man wird z. B. Glimmer vorher durch Abgleitenlassen auf rauhem Papier entfernen, Nephelin aus Phonolithen durch HCl (und die Kieselsäuregelatine durch Ätzkali oder Kochen mit Natronkarbonat) wegschaffen u. dgl.

Die gewonnenen Pulvermengen müssen mehrmals mit Wasser ausgekocht werden, um die anhaftende Lösung zu entfernen; diese Waschwasser hebe man auf, um die kostspielige Lösung daraus wiederzugewinnen.

Will man die Flüssigkeit wieder auf ihr ursprüngliches hohes spez. Gew. bringen, so dampft man sie (wie auch die Waschwasser) unter Zugabe von metallischem Quecksilber über dem Wasserbade bis zur Bildung einer Kristallhaut ein. Bei der Abkühlung erhält man eine Lösung vom spez. Gew. ca. 3,16 und gelbe Kristallnadeln, die sich in wenigen Tropfen Wasser lösen.

METHYLENJODID. Hellgelb; spez. Gew. 3,324 bei 16° (bei 11° = 3,335, bei 5° = 3,3485), sehr leichtflüssig, weshalb es sich

besonders zur Trennung feiner Pulver eignet. Die Verdünnung erfolgt durch Benzol. Das ursprüngliche Gewicht der gebrauchten Lösung wird wieder hergestellt, indem man das Benzol durch Erwärmen auf dem Wasserbade vertreibt oder durch Stehenlassen der Flüssigkeit in einem flachen Gefäfse an der Luft verdunsten läfst. Bei langem Stehen (besonders im Sonnenlicht) und beim Erwärmen entsteht eine braune Färbung, die sich durch Schütteln mit Quecksilber beseitigen läfst. — Die Lösung läfst sich leicht filtrieren und greift Metalle nicht an; verdünnte ändert an der Luft durch Abgabe von Benzol ihr spez. Gew. ziemlich rasch. — Die Reinigung des behandelten Mineralpulvers erfolgt durch Auswaschen mit Benzol; letzte Reste des flüchtigen Methylenjodids werden durch schwaches Glühen vertrieben.

Um Mineralien von einem spez. Gew. über 3,3 zu trennen, bedient man sich des *THALLIUM-SILBERNITRATES*, welches bei 75° schmilzt, dann ein spez. Gew. von etwa 5 besitzt und sich in diesem Zustande mit Wasser mischen läfst. Über die Ausführung siehe Min. u. petr. Mitteil. XX, 1901, 162.

2. TRENNUNG DURCH DEN ELEKTROMAGNETEN.

Nach Doelter ordnen sich die gesteinbildenden Mineralien in Bezug auf ihre Anziehbarkeit folgendermafsen:

Magneteisen,
Eisenglanz, Titaneisen,
Chromit, Almandin,
eisenreiche Augite, Pleonast, Arfvedsonit,
Hornblende, lichte Augite, Epidot, Pyrop,
Turmalin, Bronzit,
Staurolith, Aktinolith,
Olivin, Pyrit,
Biotit, Chlorit, Rutil,
Haüyn, Diopsid, Muscovit,
Nephelin, Leucit, Dolomit.

REGISTER.

Berichtigung.

In Fig. 44, S. 68 sind die Axenfarben für a und b zu vertauschen.
In Fig. 76, S. 115 ist b statt c zu setzen.







